

APLICACIÓN DE CRITERIOS PEDAGÓGICOS Y ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS  
PARA LA APREHENSIÓN SIGNIFICATIVA DE LOS CONCEPTOS DE LA  
ASIGNATURA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I DEL PROGRAMA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UPTC

ALEXANDER GÓMEZ BELLO

UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA  
ESCUELA DE POSTGRADOS  
MAESTRÍA EN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA  
BOGOTÁ, D.C.  
2013

APLICACIÓN DE CRITERIOS PEDAGÓGICOS Y ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS  
PARA LA APREHENSIÓN SIGNIFICATIVA DE LOS CONCEPTOS DE LA  
ASIGNATURA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I DEL PROGRAMA DE  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UPTC

ALEXANDER GÓMEZ BELLO

Tesis para optar al Título de Magíster

Director  
Hernando Camacho Camacho  
Ing. Ms en Docencia e Investigación Universitaria

UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA  
ESCUELA DE POSTGRADOS  
MAESTRÍA EN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA  
BOGOTÁ, D.C.  
2013

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá, D.C. 24 de Mayo 2013

## Dedicatoria

*Al Señor nuestro Dios, pues me permitió compartir durante tres años con personas agradables, cultas, e ingeniosas. Gracias Señor, ya que mi vida fue enriquecida por experiencias, teorías y discursos que ampliaron mi horizonte sobre la vida y la educación.*

*A mi abuelita Isabel Barrera por su tenacidad y energía vital. A mis padres, hermanas, familiares y amigos por el aliento dado.*

*A los docentes que aman su labor.*

## Agradecimientos

Al ingeniero Msc. Hernando Camacho Camacho, quien asesoró el trabajo en el ciclo de la maestría y respaldo su culminación.

El autor agradece la gestión realizada por los ingenieros: PhD. Juan Mauricio Salamanca, director Grupo de Investigación DSP-Uptc, y Ms. Oscar Iván Higuera, director del Programa, para la obtención de los datos del programa de Ingeniería Electrónica de la Uptc Sede Sogamoso, que permitieron establecer el problema de investigación. De igual forma, se agradece a la Ing. Ms. Breed Yeet Alfonso, directora del programa de Tecnología en electrónica de Uniminuto, por su aprobación para obtener los datos que permitieron analizar en su programa el objeto de estudio del presente trabajo.

El autor agradece a los ingenieros PhD. Juan Mauricio Salamanca, PhD. Liliana Fernández Samacá y Ángel Rafael López por los lineamientos y sugerencias hechos en las socializaciones y entrevistas realizadas. De igual manera se agradece al equipo docente del programa de Ingeniería Electrónica de la Uptc por el tiempo concedido en las socializaciones.

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
2. MARCO TEÓRICO .....	20
2.1 EL CONCEPTO COMO INSTRUMENTO DEL CONOCIMIENTO .....	20
2.2 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....	25
2.2.1 Aprendizaje de representaciones o de proposiciones de equivalencia. ....	26
2.2.2 Aprendizaje de proposiciones. ....	27
2.2.3 Aprendizaje de conceptos. ....	27
2.3 DIDÁCTICA.....	29
2.3.1 Estrategias didácticas. ....	32
3. ESTADO DEL ARTE .....	36
3.1 TEORÍA DE PRECONCEPTOS .....	36
3.2 LOS VÍNCULOS ENTRE EL MUNDO DE LOS MODELOS Y EL MUNDO DE LOS EVENTOS.....	45
4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO Y RESULTADOS .....	52
4.1 PLANTEAMIENTO .....	52
4.1.1 HIPÓTESIS.....	52
4.1.2 OBJETIVOS.....	52
4.1.3 METODOLOGÍA.....	52
4.2 DESARROLLO Y RESULTADOS .....	57
4.2.1 Criterios pedagógicos que orientan la intervención pedagógica propuesta. ...	72
4.2.2 Diseño de las estrategias didácticas. ....	76
4.2.3 Evaluación de los efectos de la aplicación de esta intervención pedagógica.. .....	101
5. CONCLUSIONES .....	130
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	131
NOTAS .....	169
BIBLIOGRAFÍA.....	170

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Porcentajes de repitencia asignaturas Uptc .....	15
Tabla 2. Porcentajes repitencia circuitos I últimos diez años .....	17
Tabla 3. Porcentajes de repitencia circuitos I últimos cinco años.....	17
Tabla 4. Porcentajes de repitencia últimos dos años .....	17
Tabla 5. Porcentajes de repitencia periodo de estudio.....	17
Tabla 6. Estadística descriptiva de las asignaturas de circuitos eléctricos I y II - Uptc .....	18
Tabla 7. Estadística descriptiva de las asignaturas de circuitos eléctricos - Uniminuto ....	19
Tabla 8. Porcentajes de repitencia cursos de circuitos - Uniminuto .....	19
Tabla 9. Periodos del pensamiento desde la pedagogía conceptual.....	21
Tabla 10. Causas que exponen los docentes a la perdida de la asignatura.....	58
Tabla 11. Conceptos que más se le dificulta aprender al estudiante.....	59
Tabla 12. Orden de importancia ítems al momento de explicar un tema.....	60
Tabla 13. Sugerencias de los docentes de la asignatura circuitos eléctricos I .....	60
Tabla 14. Distribución por estratos de la población en estudio.....	61
Tabla 15. Resultados pregunta 5 prueba piloto.....	62
Tabla 16. Resultados pregunta 7 prueba piloto.....	62
Tabla 17. Información y resultados tamaño de muestra con asignación proporcional .....	63
Tabla 18. Dificultades consideradas por los estudiantes al cursar la asignatura circuitos eléctricos I .....	64
Tabla 19. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran muy buena ó buena la metodología.....	67
Tabla 20. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran regular, mala ó muy mala la metodología .....	67

Tabla 21. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran muy bueno ó bueno el sistema de evaluación .....	68
Tabla 22. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran muy bueno ó bueno el sistema de evaluación .....	69
Tabla 23. Nivel de dificultad, ordenado de mayor a menor, en la comprensión de los temas de circuitos eléctricos I.....	69
Tabla 24. Nivel de importancia que da el estudiante a elementos del proceso de aprendizaje de circuitos eléctricos .....	70
Tabla 25. Frecuencia de empleo de recursos pedagógicos de parte del docente .....	70
Tabla 26. Principales fortalezas que consideran los estudiantes tuvo la asignatura.....	71
Tabla 27. Sugerencias de los estudiantes para mejorar el aprendizaje de la asignatura .	72
Tabla 28. Microcurrículo propuesto para la asignatura de circuitos eléctricos I.....	82
Tabla 29. Esquema de la prueba de entrada .....	89
Tabla 30. Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso.....	106
Tabla 31. Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 1-Uniminuto .....	113
Tabla 32. Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 2-Uniminuto .....	114
Tabla 33.Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 3-Uniminuto .....	115
Tabla 34.Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 4-Uniminuto .....	116
Tabla 35.Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 1-Uptc Sogamoso .....	117
Tabla 36.Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 2-Uptc Sogamoso .....	118
Tabla 37. Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 3-Uptc Sogamoso .....	119
Tabla 38.Respuestas <i>¡activa tus ideas!</i> laboratorio No 4-Uptc Sogamoso .....	121
Tabla 39. Respuesta de los estudiantes del programa de Uniminuto con respecto a la metodología utilizada.....	122
Tabla 40.Respuesta de los estudiantes del programa de Uniminuto con respecto al sistema de evaluación .....	123
Tabla 41.Respuesta de los estudiantes del programa de Uniminuto con respecto a la valoración de su aprendizaje .....	123

Tabla 42. Respuesta de los estudiantes del programa de la Uptc Sogamoso con respecto a la metodología utilizada .....	124
Tabla 43. Respuesta de los estudiantes del programa de la Uptc Sogamoso con respecto al sistema de evaluación.....	125
Tabla 44. Respuesta de los estudiantes del programa de la Uptc con respecto a la valoración de su aprendizaje .....	126

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Curva del porcentaje de repitencia por semestre de la asignatura circuitos I – Uptc.....	16
Figura 2. Curva del porcentaje de repitencia por semestre de la asignatura circuitos II – Uptc.....	16
Figura 3. Curva del porcentaje de repitencia por semestre de la asignatura circuitos DC – Uniminuto .....	19
Figura 4. Variedades de habilidades intelectuales, acomodadas (de abajo hacia arriba), conforme aumenta la complejidad (Gagné, 1970).....	24
Figura 5. Organización de la praxis pedagógica .....	34
Figura 6. Prueba para detectar modelos de corriente en un circuito .....	38
Figura 7. Metodología propuesta por Varela, et al. para enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos .....	38
Figura 8. Tablas de resultados investigación Varela, et al (1988) .....	39
Figura 9. Fases estrategia de conflicto .....	40
Figura 10. Resultados pre-prueba y post-prueba de aplicación estrategia de conflicto ....	41
Figura 11. Distribución total de alumnos por sistema educativo y nivel.....	42
Figura 12. Porcentajes de respuesta elegidas en cada opción Sistema Educativo tradicional .....	43
Figura 13. Índice de facilidad para los estudiantes de cada ítem preguntado. ....	44
Figura 14. Categorización de conocimiento basado en una actividad de modelado.....	46
Figura 15. Modelo para el aprendizaje de un concepto complejo.....	48
Figura 16. Organización general del curso de teoría de circuitos eléctricos, estudio Carstensen, et al.....	49
Figura 17. Diferentes tareas a partir del modelo para aprendizaje de un concepto complejo .....	50

Figura 18. Etapas y resultados proceso de investigación.....	55
Figura 19. Fases y tiempos empleados para el desarrollo del proyecto .....	56
Figura 20. Frecuencia de empleo de recursos pedagógicos de parte del docente .....	57
Figura 21. Frecuencia de recursos para la valoración del aprendizaje.....	59
Figura 22. Caracterización de la población estudiada .....	64
Figura 23. Respuesta de los estudiantes a las preguntas 4 y 6 .....	65
Figura 24. Respuesta de los estudiantes a la pregunta 5 (teoría-práctica).....	66
Figura 25. Respuesta de los estudiantes a la pregunta 7 (metodología) .....	66
Figura 26. Respuesta de los estudiantes a la pregunta 8 (sistema de evaluación) .....	68
Figura 27. Dinámica seguida para el aprendizaje de la asignatura circuitos eléctricos I ..	80
Figura 28. Dinámica propuesta para el aprendizaje de la asignatura circuitos I .....	81
Figura 29. Acercamiento a un modelo para el aprendizaje de circuitos eléctricos I.....	88
Figura 30. Estructura de las guías de laboratorio.....	90
Figura 31. Dinámica de capítulo de procedimiento y análisis de datos .....	91
Figura 32. Panorámica del formato de las guías de laboratorio .....	92
Figura 33. Resultados generales prueba de entrada .....	102
Figura 34. Resultados prueba de entrada estudiantes Uptc 2013-I sem.....	103
Figura 35. Reporte de Sistema Génesis Uniminuto de notas finales del NRC 3354.....	129

## ANEXOS

	pág.
Anexo A. Resultados ECAES del Programa de Ingeniería Electrónica Uptc Sede Sogamoso.....	132
Anexo B. Formato encuesta aplicada a docente.....	137
Anexo C. Formato encuesta aplicada a estudiantes.....	140
Anexo D. Contenido programático de la asignatura circuitos eléctricos I Uptc.....	143
Anexo E. Formato prueba de entrada.....	147
Anexo F. Guías de práctica de laboratorio diseñadas.....	150

## RESUMEN

En el marco de implementar acciones pedagógicas que favorezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje en ingeniería y a partir de un problema real, se planteó un trabajo de investigación que tiene por finalidad establecer una estrategia didáctica para la aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura de circuitos eléctricos I, del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Uptc), a la luz de criterios pedagógicos que favorezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje. Lo anterior, debido a que la asignatura presenta una tasa de repitencia notable. Ante el problema expuesto se han de emprender algunas acciones pedagógicas que permitan reducir la tasa de repitencia de esta asignatura, y favorezca de manera indirecta el interés de los estudiantes por continuar los estudios en ingeniería.

La investigación se ha enfocado desde la importancia que tienen los conceptos como instrumentos del conocimiento para alcanzar un pensamiento cada vez más abstracto y general; y desde la necesidad de hacer explícitos en el proceso de enseñanza-aprendizaje los vínculos entre el mundo de los modelos/teorías y el mundo de los eventos.

El problema de investigación se ha abordado aplicando encuestas a los estudiantes y docentes para conocer los puntos de vista con respecto al contenido, la metodología, evaluación, dificultades, medios, tiempos y disposición para con la asignatura; además una prueba diagnóstica para conocer los preconceptos de los estudiantes, y se ha introducido las prácticas de laboratorio a partir del diseño de guías que reflejan la integración y aplicación de los fundamentos teóricos que soportan la presente investigación.

Palabras clave: aprehensión significativa, conceptos circuitos eléctricos en DC, criterios pedagógicos, didáctica.

## INTRODUCCIÓN

La propuesta de no extender a más de cuatro años el pregrado en ingeniería, el cambio innegable de paradigma en la enseñanza de la misma, las continuas iniciativas para crear pedagogías innovadoras y acertadas para la educación, implican la búsqueda e implementación de acciones pedagógicas que favorezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje en ingeniería. Para National Science Foundation (NFS) “Los cambios en el entorno mundial requieren cambios en la enseñanza de la ingeniería” (2007, p. 12).

En Colombia la mayoría de pregrados en ingeniería están propuestos para ser cursados en cinco años, pero ante las propuestas de corte global mencionadas en el párrafo anterior, cada institución de educación superior evalúa la probabilidad, en medio de su propio contexto, de ofertar programas de ingeniería de cuatro años. La realidad es que por la complejidad de los temas en ingeniería, la alta carga académica y/o la falta de estrategias del estudiante para manejarla, la falta de interés por las asignaturas, la no comprensión de las temáticas expuestas: ya sea por asesoramiento parcial del docente o por falta de elementos conceptuales previos en el estudiante, entre otras causas, hace que los estudiantes de ingeniería comúnmente experimenten el riesgo de repetir una ó varias asignaturas. Por consiguiente, el estudiante de ingeniería puede que extienda a más de cinco años la culminación del plan de estudios.

Un caso específico de repitencia se presenta en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Uptc) con la asignatura de circuitos eléctricos I. Esta asignatura muestra históricamente una tasa de repitencia notable, que implica el estudio de esta situación y la intervención con acciones pedagógicas que favorezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje de la asignatura. Es importante aclarar que la repitencia de esta asignatura ha asegurado destacados resultados a nivel nacional, en el área de circuitos, en los exámenes de estado de calidad de la educación superior ECAES, como se presenta en el Anexo A.

La literatura inicialmente encontrada, las conversaciones con los asesores del presente trabajo, y los resultados de los primeros instrumentos aplicados llevaron a buscar respuestas relacionadas con la aprehensión significativa de los conceptos, hallando elementos suficientes para construir una propuesta fundamentada en la importancia de los conceptos como instrumentos del conocimiento que posibilitan: alcanzar un conocimiento cada vez más abstracto y general, y el desarrollo de un conocimiento transferible a situaciones diversas (cualitativas y cuantitativas).

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A partir de una base datos, proporcionada por la Uptc, con 58129 registros de las notas obtenidas por cada estudiante, en cada asignatura, desde el I semestre de 1993 al II semestre de 2011, se estableció la tasa de repitencia para cada una de las asignaturas. Lo anterior se hizo con el objetivo de determinar la materia del área disciplinar con mayor tasa de repitencia a la cual dedicar la investigación durante el desarrollo de la Maestría en Docencia e Investigación Universitaria en la Universidad Sergio Arboleda. En la tabla 1 se observa la tasa de repitencia de 15 asignaturas, ordenadas de mayor a menor porcentaje de repitencia.

Tabla 1. Porcentajes de repitencia asignaturas Uptc

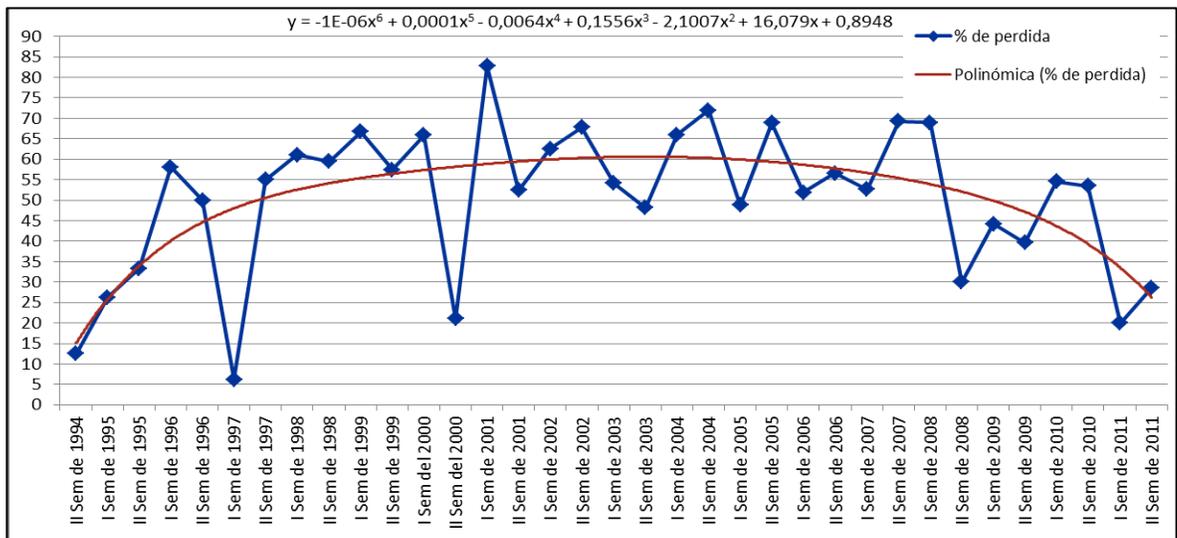
Materia	# Total de veces inscrita	# Total perdida	% Perdida
Nucleo de matematica basica	3606	2109	58,49
Circuitos I; Circuitos electricos I	1449	773	53,35
Algebra lineal	1961	902	46,00
Matematicas especiales	1158	519	44,82
Calculo integral; calculo II	1570	674	42,93
Maquinas electricas I	1032	443	42,93
Circuitos II. Circuitos electricos II	956	335	35,04
Señales y Sistemas	875	295	33,71
Electronica I	1053	349	33,14
Fisica I	1545	502	32,49
Maquinas electricas II	797	249	31,24
Fisica II	1136	297	26,14
Control II	661	156	23,60
Fisica III, Electricidad y magnetismo	741	172	23,21
Microcontroladores	705	154	21,84

Como se observa la asignatura de circuitos eléctricos I del programa de Ingeniería Electrónica de la (Uptc) ha presentado históricamente una tasa de repitencia notable. En el periodo comprendido entre el II semestre de 1994 y el II semestre de 2011, la asignatura ha sido inscrita y cursada en 1449 veces, de las cuales en 773 no ha sido aprobada, lo que indica que la asignatura históricamente tiene un porcentaje de repitencia de 53,35%. En el periodo mencionado, el límite inferior y superior de repitencia corresponde a 6.25% y 82.76% respectivamente.

En las tablas 2 a 5 se puede observar el porcentaje de repitencia en los últimos diez, cinco y dos años, y en el periodo seleccionado para este estudio. En los últimos diez años fue de 52,89%, el límite inferior y superior de repitencia en este periodo corresponde a 20% y 71.93% respectivamente. En los últimos cinco años fue de 45,70%, el límite inferior y superior de repitencia en este periodo corresponde a 20% y 69.23% respectivamente. En los últimos dos años fue de 38,61%, el límite inferior y superior de repitencia en este periodo corresponde a 20% y 54.54% respectivamente. En el periodo seleccionado para el estudio fue de

48,71%, el límite inferior y superior de repitencia en este periodo corresponde a 20% y 68.89% respectivamente.

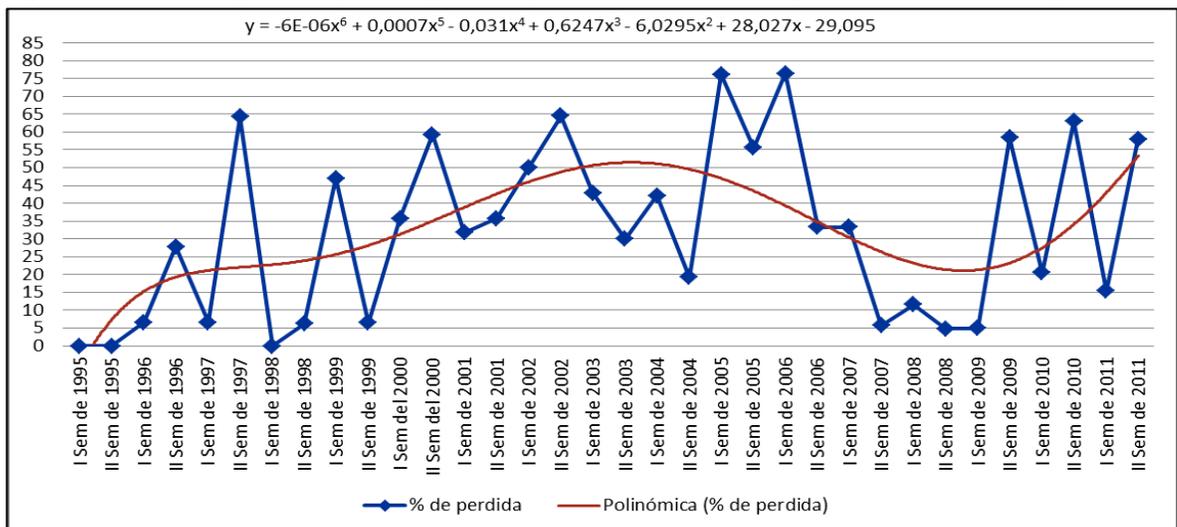
Figura 1. Curva del porcentaje de repitencia por semestre de la asignatura circuitos I – Uptc



Fuente: Programa de Ingeniería Electrónica Uptc Sede Sogamoso.

Lo mostrado hasta ahora evidencia una tendencia a la reducción de la tasa de repitencia, a partir del I semestre de 2005, de la asignatura de circuitos eléctricos I; reducción más acentuada a partir del II semestre de 2008. Sin embargo, como se observa en la figura 2 se está dando a partir del I semestre de 2009 la tendencia a una mayor repitencia de la asignatura de circuitos eléctricos II.

Figura 2. Curva del porcentaje de repitencia por semestre de la asignatura circuitos II – Uptc



Fuente: Programa de Ingeniería Electrónica Uptc Sede Sogamoso.

Tabla 2. Porcentajes repitencia circuitos I últimos diez años

Período Académico	# Estudiantes	Aprobó	No aprobó	% de pérdida
I Sem de 2002	64	24	40	62,5
II Sem de 2002	62	20	42	67,74193548
I Sem de 2003	61	28	33	54,09836066
II Sem de 2003	54	28	26	48,14814815
I Sem de 2004	50	17	33	66
II Sem de 2004	57	16	41	71,92982456
I Sem de 2005	43	22	21	48,8372093
II Sem de 2005	45	14	31	68,88888889
I Sem de 2006	54	26	28	51,85185185
II Sem de 2006	53	23	30	56,60377358
I Sem de 2007	57	27	30	52,63157895
II Sem de 2007	52	16	36	69,23076923
I Sem de 2008	29	9	20	68,96551724
II Sem de 2008	30	21	9	30
I Sem de 2009	43	24	19	44,18604651
II Sem de 2009	48	29	19	39,58333333
I Sem de 2010	44	20	24	54,54545455
II Sem de 2010	43	20	23	53,48837209
I Sem de 2011	35	28	7	20
II Sem de 2011	35	25	10	28,57142857
			<b>PROMEDIO</b>	<b>52,89012465</b>

Tabla 3. Porcentajes de repitencia circuitos I últimos cinco años

Período Académico	# Estudiantes	Aprobó	No aprobó	% de pérdida
I Sem de 2007	62	32	30	48,38709677
II Sem de 2007	52	16	36	69,23076923
I Sem de 2008	29	9	20	68,96551724
II Sem de 2008	30	21	9	30
I Sem de 2009	43	24	19	44,18604651
II Sem de 2009	48	29	19	39,58333333
I Sem de 2010	44	20	24	54,54545455
II Sem de 2010	43	20	23	53,48837209
I Sem de 2011	35	28	7	20
II Sem de 2011	35	25	10	28,57142857
			<b>PROMEDIO</b>	<b>45,69580183</b>

Tabla 4. Porcentajes de repitencia últimos dos años

Período Académico	# Estudiantes	Aprobó	No aprobó	% de pérdida
I Sem de 2010	44	20	24	54,54545455
II Sem de 2010	43	20	23	53,48837209
I Sem de 2011	35	28	7	20
II Sem de 2011	53	39	14	26,41509434
			<b>PROMEDIO</b>	<b>38,61223024</b>

Tabla 5. Porcentajes de repitencia periodo de estudio

Período Académico	# Estudiantes	Aprobó	No aprobó	% de pérdida
II Sem de 2005	45	14	31	68,88888889
II Sem de 2006	53	23	30	56,60377358
I Sem de 2007	57	27	30	52,63157895
II Sem de 2007	52	16	36	69,23076923
I Sem de 2008	29	9	20	68,96551724
II Sem de 2008	30	21	9	30
I Sem de 2009	43	24	19	44,18604651
II Sem de 2009	48	29	19	39,58333333
I Sem de 2010	44	20	24	54,54545455
II Sem de 2010	43	20	23	53,48837209
I Sem de 2011	35	28	7	20
II Sem de 2011	53	39	14	26,41509434
			<b>PROMEDIO</b>	<b>48,71156906</b>

La estadística descriptiva de las asignaturas de circuitos eléctricos I y circuitos eléctricos II reflejan un elemento más: la moda es aprobar estas asignatura con 3.0.

Tabla 6. Estadística descriptiva de las asignaturas de circuitos eléctricos I y II - Uptc

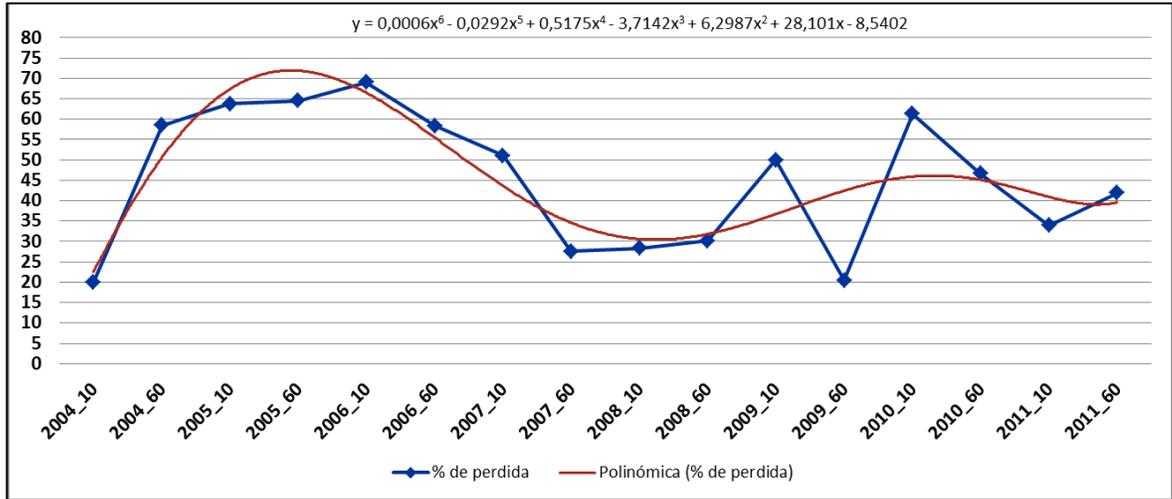
<b>Estadística descriptiva Circuitos I</b>		<b>Estadística descriptiva Circuitos II</b>	
Media	26,35403727	Media	29,19142259
Error típico	0,238211834	Error típico	0,27068012
Mediana	28	Mediana	31
Moda	30	Moda	30
Desviación estándar	9,067707977	Desviación estándar	8,369226206
Varianza de la muestra	82,22332796	Varianza de la muestra	70,04394729
Curtosis	0,566976072	Curtosis	0,922189055
Coefficiente de asimetría	-0,733631015	Coefficiente de asimetría	-0,89985513
Rango	50	Rango	50
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	50	Máximo	50
Suma	38187	Suma	27907
Cuenta	1449	Cuenta	956
Nivel de confianza(95,0%)	0,467277201	Nivel de confianza(95,0%)	0,531196509

Aunque históricamente la asignatura de circuitos eléctricos II ha tenido un porcentaje de repitencia menor, de 35.04%, de 32.11% en el periodo 2006 a 2011, son los conceptos de la asignatura de circuitos eléctricos I la base (no solamente para el segundo nivel en circuitos) que se ha de asegurar para posibilitar la marcha por el mundo de la ingeniería electrónica.

Una situación similar se presenta en el programa de Tecnología en Electrónica de Uniminuto sede principal, con la asignatura de circuitos DC (equivalente a circuitos eléctricos I). En la figura 3, la tabla 7 y la tabla 8 se presentan como complemento al problema de investigación los datos propios de la realidad en Uniminuto.

Por lo anterior el presente trabajo busca darle respuesta a la pregunta de investigación: ¿Qué tipo de intervención (acción-mediación) pedagógica contribuye a la construcción y aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura de circuitos eléctricos I del programa de ingeniería electrónica de la Uptc?

Figura 3. Curva del porcentaje de repitencia por semestre de la asignatura circuitos DC – Uniminuto



Fuente: Programa de Tecnología en Electrónica Uniminuto

Tabla 7. Estadística descriptiva de las asignaturas de circuitos eléctricos - Uniminuto

<b>Estadística descriptiva Circuitos DC</b>		<b>Estadística descriptiva circuitos AC</b>	
Media	2,662443026	Media	2,603787879
Error típico	0,03291413	Error típico	0,0377227
Mediana	3	Mediana	2,8
Moda	3	Moda	3
Desviación estándar	1,090148592	Desviación estándar	0,969113709
Varianza de la muestra	1,188423953	Varianza de la muestra	0,939181381
Curtosis	-0,192974388	Curtosis	0,171546889
Coefficiente de asimetría	-0,653950531	Coefficiente de asimetría	-0,680513744
Rango	5	Rango	5
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	5	Máximo	5
Suma	2920,7	Suma	1718,5
Cuenta	1097	Cuenta	660
Nivel de confianza(95,0%)	0,064581829	Nivel de confianza(95,0%)	0,074071173

Tabla 8. Porcentajes de repitencia cursos de circuitos - Uniminuto

Materia	# Total de veces inscrita	# Total perdida	% Perdida
Circuitos I, Circuitos DC	1097	528	48,13
Circuitos II, Circuitos AC	660	292	44,24

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 EL CONCEPTO COMO INSTRUMENTO DEL CONOCIMIENTO

Piaget (1964/1994) define el desarrollo mental en términos de proceso hacia el equilibrio, como: “una construcción continua, comparable... al montaje de un sutil mecanismo cuyas fases graduales de ajustamiento tendrían por resultado una ligereza y una movilidad mayor de las piezas, de tal modo que su equilibrio sería más estable” (p. 12).

Piaget (1964/1994), añade que el desarrollo mental en términos de proceso equilibrador tiene como elementos vitales las funciones constantes y las estructuras variables. Las funciones constantes, como lo son las de interés, la explicación, etc., son llamadas así por estar presentes en todas las etapas del desarrollo, es una función constante de la inteligencia, en todos los niveles, intentar comprender o explicar, etc; “Las invariantes funcionales son la asimilación, la acomodación, la organización y la adaptación” (Suárez, 2005, p. 40). En cambio, las estructuras variables “o formas sucesivas de equilibrio... serán, por tanto, las formas de organización de la actividad mental” (p.13) bajo su doble aspecto intelectual y afectivo, tanto en la dimensión individual como social.

Con base en el anterior planteamiento de Jean Piaget, se puede denotar que el progreso del pensamiento obedece a unos intereses, necesidades o motivaciones<sup>1</sup> y al desarrollo de fases graduales que permiten comprender el mundo y organizar el conocimiento. Por tanto, cobra importancia el rol del estudiante y su familia, del docente, de las directivas, del ambiente de aprendizaje, en la estimulación de las funciones constantes de interés y explicación, ausentes en ocasiones, en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es preciso, que cada uno de estos actores se pregunte si su rol es un obstáculo o una vía que coopera al desarrollo de estructuras variables que permitan el desarrollo intelectual y afectivo.

Por su parte, desde la pedagogía conceptual se propone el desarrollo afectivo e intelectual en correspondencia con periodos del pensamiento, a los que corresponde un instrumento de conocimiento y unas operaciones intelectuales. La pedagogía conceptual de esta manera plantea unas fases graduales, un proceso para el desarrollo de un pensamiento cada vez más general, abstracto, y útil para la vida. La secuencia progresiva se presenta en la tabla 9.

Haciendo un símil entre la definición de desarrollo mental de Piaget y el planteamiento de desarrollo de la pedagogía conceptual, se puede decir que el desarrollo de los periodos del pensamiento -fases graduales- es resultado de una ligereza y movilidad mayor de los instrumentos del conocimiento -las piezas-. Por el contrario si un periodo del pensamiento no se ha desarrollado, no se ha

ajustado, o se han desarrollado parcialmente las operaciones intelectuales, y se intenta pasar a un periodo de pensamiento de orden mayor, el resultado será un mecanismo con desplazamiento lento, no ligero, o quizás sin movimiento.

Tabla 9. Periodos del pensamiento desde la pedagogía conceptual

PERIODO DEL PENSAMIENTO	EDAD MENTAL	INSTRUMENTO DEL CONOCIMIENTO	OPERACIONES INTELLECTUALES
Inteligencia sensomotriz Pensamiento nocional	Nacimiento a 10 meses De 10 meses a seis años	Nociones	Introyección Proyección Nominación Comprehensión
Pensamiento proposicional	De 7 años a 9 años	Proposiciones	Codificación Decodificación Ejemplificación Proposionalización
Pensamiento conceptual	De 10 años a 11 años	Conceptos	Supraordinación Infraordinación Isoordinación exclusión
Pensamiento formal	De 12 años a 15 años	Conceptos formales	Inducción Deducción Analogías
Pensamiento precategorial	De 16 años a 20 años	Precategorías	Tesis, sintetizar Argumentales Derivadas Definitorias
Pensamiento categorial	De 21 a más años	Categorías	Hipotizar verificar

Nota: Tabla elaborada con base al documento: procesos en la formación Lasallista, desarrollo humano desde el aprendizaje significativo y mediado - Distrito Lasallista de Bogotá.

En particular, para alcanzar un pensamiento formal, se requiere del desarrollo de ciertas operaciones intelectuales, que progresivamente llevaran a la construcción de un instrumento de conocimiento específico, los conceptos formales. Estos últimos serán resultado de la movilidad y construcción previa de otros instrumentos del conocimiento como son los conceptos, las proposiciones, las nociones y los primitivos conceptos sensorio-motrices. Así mismo para el hombre de ciencia es necesario el construir un instrumento de conocimiento que lo lleve a desarrollar un pensamiento categorial.

Para ampliar la exposición de esta teoría se presenta la definición, empleada por el Distrito Lasallista de Bogotá, de los instrumentos del conocimiento necesarios para alcanzar un pensamiento formal:

Nociones: son tripletas cognitivas constituidas por objeto, nombre e imagen. Pueden ser clasales (hacen referencia a una cosa), son relacionales (ponen

en relación dos elementos) u operacionales (son las que denotan una acción).

Proposiciones: son instrumentos de conocimiento que implican relacionar dos nociones entre si, por lo tanto desarrollan una capacidad cognitiva, las proposiciones predicen sobre una noción sujeto la cual debe estar expresada en clase, por ejemplo: conocimiento, estudiante, pedagogos etc. De igual manera las proposiciones involucran casi siempre cromatizadores que afectan la verdad de la proposición.

Conceptos: son instrumentos de conocimiento que relacionan dos o más proposiciones. Los conceptos implican más que una simple definición.

Conceptos formales: El pensamiento formal es fundamentalmente hipotético-deductivo. El sujeto se mueve en el ámbito de lo hipotético con mucha audacia y habilidad. El pensamiento formal es, por sobre todo pensamiento proposicional.

Al volver la mirada hacia la teoría de Piaget, se descubren elementos que se relacionan con la propuesta de la pedagogía conceptual. En el caso del periodo comprendido entre el nacimiento y la adquisición del lenguaje, Piaget dice que “una acción apta para ser repetida y generalizada en nuevas situaciones es comparable a una especie de concepto sensorio-motriz” (Piaget, 1964/1994, p. 21). Este concepto es construido por medio de la experiencia, la manipulación del objeto y la repetición de la acción, se trata por ello de una inteligencia totalmente práctica o sensomotriz. En el periodo de cuatro a siete años Piaget (1964/1994) también observó que “El niño... no sabe definir los conceptos que utiliza y se limita a señalar los objetos correspondientes o a definirlos por medio de su utilización («es para...») bajo la doble influencia del finalismo y la dificultad de justificación” (p.43). Piaget subraya que solo hasta cuando el niño (entre los 7 a los 12 años) consigue constituir sistemas de conjunto a la vez componibles (que de dos acciones del mismo tipo compone una tercera) y reversibles (sistemas flexibles), proceso que se da “cuando las acciones se convierten en operaciones” (p. 67), logra desarrollar las operaciones propias de un sistema de conceptos. Piaget, agrega que ninguna operación existe en un estado aislado sino “siempre en función de la totalidad de las operaciones del mismo tipo. Por ejemplo, un concepto... no se construye en un estado aislado, sino que se lleva a efecto necesariamente en el interior de una clasificación de conjunto de la que representa una parte” (1994, pp. 67-68). En términos de Suarez (2005), un concepto “debe ser visto como parte de una red de estructuras que hace posibles las operaciones, la conservación y la reversibilidad” (p. 40). Piaget, presenta todo este desarrollo mental en el plano de lo real, de la manipulación concreta y la experiencia, proceso necesario para pasar al plano del pensamiento formal, al plano de las operaciones formales.

Recapitulando, para Piaget se construyen estructuras lógicas, útiles para la organización de la actividad mental, cuando el individuo manipula y explora objetivamente la realidad. En palabras de Suárez (2005), para Piaget, “los conceptos son la manifestación de estructuras. ...son el resultado de la internalización de la acción. ... se forman a través del intercambio del individuo con su ambiente y la organización interna resultante de la acción” (p. 33). Gimeno y Pérez (1992), citando al mismo Piaget, resaltan la primacía de la “actividad espontánea y de investigación personal y autónoma” que revela la teoría piagetiana, “una concepción que subordina la imagen y la intuición a la actividad y operación” (p. 44).

Los descubrimientos de Piaget y la pedagogía conceptual, están señalados con respecto a una edad, en la que se está ya en capacidad de alcanzar un nivel de pensamiento; sin embargo es evidente que los seres humanos independientemente de la edad, tienen un pensamiento sensomotriz, nocional ó proposicional con respecto a un objeto de conocimiento. De allí la importancia de identificar el periodo de pensamiento en el que se encuentra la persona para la cual se diseña un proyecto pedagógico, periodo a partir del cual se diseñan y organizan las actividades orientadas al progreso hacia estadios de conocimiento superiores. La actividad o manipulación no es exclusiva del periodo de inteligencia sensomotriz, es transversal y fundamental para todos los periodos del pensamiento.

Por lo que se refiere al desarrollo teórico de Robert Gagné, se considera a los conceptos un resultado del aprendizaje, exactamente una subcategoría de las habilidades intelectuales (Gagné, 1975, pp. 65-72). En la figura 4 se observa las habilidades intelectuales y el orden que guardan entre sí; para el caso de aprender conceptos es prerrequisito el desarrollo de una habilidad más simple denominada discriminaciones, a su vez los conceptos se convierten en una habilidad intelectual previa para la construcción de reglas.

Por lo anterior, se observa que Gagné también expone un proceso que conduce desde los tipos simples de aprendizaje a estadios de orden superior, pasando necesariamente por la construcción de conceptos. Es así como este autor propone que un estudiante adquiere primero la habilidad de distinguir una característica de un objeto, al compararlo con otro, para luego ser capaz de aprender conceptos. Hay que hacer notar que Gagné expone que un estudiante demuestra que conoce un concepto cuando actúa correctamente ante una situación particular que lo demande, y no simplemente cuando expone la definición del concepto (pp. 70-71). Gagné, distingue dos tipos de conceptos: Los conceptos concretos y los conceptos definidos. En cuanto a los conceptos concretos, que se pueden identificar mediante el acto de señalar, por ejemplo silla, árbol, elefante, entre otros, capacita al estudiante para identificar una clase de objetos; en términos del autor “El tener la capacidad de un concepto concreto significa ‘conocer el significado’ de un nombre o una etiqueta” (1975, p. 69). Por su parte, los

conceptos definidos no se pueden identificar señalándolos, es preciso definirlos. “Esto significa que se tiene que utilizar una oración (o una proposición) para identificar una clase de cosas” (1975, p. 69). Además Gagné (1975) añade que:

Los conceptos concretos se pueden reemplazar o dárseles un significado adicional mediante conceptos definidos, y con frecuencia esto constituye un objetivo fundamental de un tópico educacional. [...] El estudiante ha adquirido un concepto definido cuando puede hacer una demostración, o enseñar la manera de utilizar la definición. (p.70)

Figura 4. Variedades de habilidades intelectuales, acomodadas (de abajo hacia arriba), conforme aumenta la complejidad (Gagné, 1970)



Fuente: Gagné, 1975, p.68

Gagné (1975) postula también que “el aprendizaje de la información, cuando se cifra como conocimiento organizado, exige que el estudiante conozca el significado de las palabras o frases que componen la información; es decir, es preciso que los sepa como conceptos” (p.117). Esta labor fundamental es realizada en ocasiones por quien está interesado en aprender, y se encuentra con términos extraños. Ahora, visto desde la labor del docente o de quien dirige un proceso de formación, implica que la información que comunica debe estar en términos decodificables por quien está aprendiendo, si hay un concepto nuevo, previamente ha de ser presentado y clarificado (ó se diseña el medio para que el estudiante lo construya), esto favorece un proceso organizado de la información y por tanto beneficia las formas de organización de la actividad mental de quien está aprendiendo.

En síntesis la teoría de Piaget, la pedagogía conceptual y de Gagné, determinan que el concepto es un resultado relevante en el proceso de aprendizaje, y a su vez, es el vehículo que posibilita el tránsito hacia estadios de conocimiento complejos, sabios, y prácticos para la vida. Pero surge la misma pregunta que formula la doctora Suarez (1995) “¿Se pueden enseñar los conceptos? La doctora responde desde el punto de vista de la teoría Piagetiana que:

Aunque los procesos involucrados son determinados por la genética y la maduración, el hecho de que el desarrollo dependa de la internalización de la acción llevaría a inferir que el tipo de experiencias que provee el ambiente puede acelerar o hacer más lento el proceso. (p.43)

## 2.2 APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

El principio de esta teoría, para Rodríguez, Moreira, Caballero & Greca (2010), está:

en el interés que tiene Ausubel por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje, que se pueden relacionar con formas efectivas y eficaces de provocar de manera deliberada cambios cognitivos estables, susceptibles de dotar de significado individual y social (Ausubel, 1976). (p.9)

Ausubel (1976) ve conveniente identificar en el individuo la naturaleza de las condiciones cognitivas, de personalidad, motivacionales, interpersonales, sociales, del ambiente de aprendizaje que pueden llegar a afectar el aprendizaje de un cuerpo específico de conocimiento –de una materia- (p.23).

Ausubel, percibe que la naturaleza o lo propio del aprendizaje escolar son los conceptos, principios y teorías; se trata de cuerpos organizados de conocimiento, de grandes cuerpos de significado, que son probables de ser aprendidos significativamente en el entorno escolar.

En el artículo *Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel*, se presenta una cita literal tomada de la obra “Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo” (Ausubel, 1976, p.56), en la que se define el aprendizaje significativo así:

La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente [con] algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto, una proposición). (Gutierrez, 1987, p. 120)

Pozo (1989), citado por Rodríguez, et al. (2010), expone que la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel “pone el acento...en la organización del conocimiento en estructuras y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes en el sujeto y la nueva información” (p. 9).

En otros términos, las anteriores definiciones expresan que el aprendizaje significativo es el producto del proceso mediado que relaciona nueva información con los conocimientos (subsumidores o ideas anclaje) que están incorporados en la estructura cognoscitiva de la persona. En el campo escolar el proceso se da cuando el estudiante al intentar comprender algo acude a los conocimientos anteriormente adquiridos para organizar y darle sentido a la nueva información.

Rodríguez, et al. (2010) aclaran que no se trata tan solo de una unión o asociación entre ideas previas y nuevas, sino de una transformación de la estructura cognoscitiva de la persona, pues con el proceso los nuevos contenidos adquieren significado y los subsumidores se tornan progresivamente “más diferenciados, elaborados y estables” (p. 11). En últimas este proceso de transformación conduce a la capacidad de atribuir significados más potentes ó nuevos, que serán la base para futuros eventos de aprendizaje. La adquisición de significados es un producto del aprendizaje significativo.

“Ausubel considera que la estructura cognitiva de cada sujeto manifiesta una organización *jerárquica y lógica*, en la que cada concepto ocupa un lugar en función de su nivel de abstracción, de generalidad y capacidad de incluir otros conceptos” (Gimeno & Pérez, 1992, p.48). Por tanto, describe tres tipos de aprendizaje significativo: aprendizaje de representaciones o de proposiciones de equivalencia, aprendizaje de proposiciones, y aprendizaje de conceptos; los cuales no distan del principio de desarrollo de fases graduales para alcanzar un estadio superior de conocimiento, vistos en las propuestas de Piaget, Gagné y la pedagogía conceptual. En los párrafos siguientes se presenta la descripción de los tres tipos de aprendizaje, expuestos por Ausubel en 1976, y citados textualmente en el artículo de Gutiérrez (1987):

2.2.1 Aprendizaje de representaciones o de proposiciones de equivalencia.  
<<El tipo básico de aprendizaje significativo, del cual dependen todos los demás aprendizajes de esta clase, es el aprendizaje de representaciones, que consiste en hacerse del significado de símbolos solos (generalmente palabras) o de lo que éstos representan (...).

Por ejemplo, cuando un niño está aprendiendo el significado de la palabra «perro» se le indica que el sonido de la palabra (...) representa, o es equivalente, al objeto perro en particular que está percibiendo en ese momento y, por consiguiente, que significa la misma cosa (una imagen de

este objeto-perro) que el objeto. El niño relaciona activamente (...) esta proposición de equivalencia con el contenido pertinente de su estructura cognoscitiva. Así, pues, consumado el aprendizaje significativo, la palabra «perro» es capaz de producir confiablemente un contenido cognoscitivo diferenciado (una imagen compuesta de todos los perros habidos en su experiencia) que equivale aproximadamente al producido por objetos-perro específicos>>.

2.2.2 Aprendizaje de proposiciones. <<La tarea de aprendizaje significativo no consiste en hacerse de los que representan las palabras, sino más bien en captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones. O sea que en el aprendizaje de proposiciones el objeto no estriba en aprender proposiciones de equivalencia, sino el significado de proposiciones verbales que expresen ideas diferentes a las de equivalencia representativa>>.

2.2.3 Aprendizaje de conceptos. <<El tercer tipo de aprendizaje significativo, que es preeminente en la adquisición de la materia de estudio, es el aprendizaje de conceptos. Los conceptos (ideas genéricas unitarias o categoriales) se representan también con símbolos aislados de la misma manera que los componentes unitarios.” (...)

Dado que los conceptos, lo mismo que los objetos y los acontecimientos, se representan con palabras o nombres, aprender lo que significan (aprender que el concepto está representado por una nueva palabra concepto específica, o aprender que la nueva palabra concepto es de significado equivalente al del concepto mismo) es evidentemente un tipo mayor de aprendizaje de representaciones>>. (Gutiérrez, 1987, p. 120)

La teoría de Ausubel también tiene en cuenta que son dos las condiciones fundamentales para que el aprendizaje significativo se dé: en primer lugar, tiene que haber una disposición de parte del sujeto para relacionar de manera significativa -no arbitraria-, el nuevo conocimiento -material- con la estructura cognoscitiva. En segundo lugar, que el nuevo conocimiento sea potencialmente significativo para el sujeto que aprende y tenga relación con la estructura cognoscitiva (Ausubel, 1976, p.56).

Las dos condiciones mencionadas anteriormente, han sido objeto de crítica, no obstante el modelo Ausubeliano expone argumentos para considerarse válido. En cuanto a la significatividad potencial del material de aprendizaje Ausubel establece la observancia de dos dimensiones:

*“Significatividad lógica:* coherencia en la estructura interna del material, secuencia lógica en los procesos y consecuencia en las relaciones entre sus elementos componente.

*Significatividad psicológica:* que sus contenidos sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende” (Gimeno & Pérez, 1992, p.46).

Por lo que se refiere a la significatividad lógica, Ausubel señala que “en muy raras ocasiones faltará en las tareas de aprendizaje escolar, pues el contenido de la materia de estudio, casi por definición, tiene significado lógico” (Ausubel, 1976, p.57).

Con respecto a la estructura cognoscitiva del alumno Ausubel advierte que:

Para que ocurra realmente el aprendizaje significativo no basta con que el material nuevo sea intencionado y relacionable sustancialmente con las ideas correspondientes en el sentido abstracto del término (. . .). Es necesario también que tal contenido ideativo pertinente exista en la estructura cognoscitiva del alumno en particular. (*Ibid*)

Esta premisa recalca la importancia de las pruebas diagnósticas para determinar el contenido ideativo presente en la estructura cognoscitiva de los estudiantes que inician una nueva asignatura. Los resultados permitirán diseñar un material con significatividad psicológica.

En cuanto a la disposición de parte del sujeto para relacionar de manera significativa el nuevo conocimiento, se habla de la importancia de una “disposición positiva del individuo respecto del aprendizaje. Una disposición... momentánea como permanente... Esta... condición se refiere al campo motivacional, emocional, actitudinal, que está presente en todo aprendizaje” (Gimeno & Pérez, 1992, p.46). Esta variable aunque condicionada por otras variables está en parte en manos de quien dirige el proceso de aprendizaje, es el docente con su modo de: exponer el conocimiento a sus estudiantes (ambiente de aprendizaje creado), relacionarse con ellos, presentar el sentido y las metas que se persiguen, presentar el material, contextualizar el saber, evaluar, acompañar el proceso, que se convierte en un agente de motivación para que sus estudiantes aprendan de manera significativa su materia.

Otro punto de controversia de este modelo está en la estructura cognoscitiva existente de quien aprende, ya que de esta depende el aprendizaje. Ausubel refiere las variables de la estructura cognoscitiva “a las propiedades sustanciales y de organización del conocimiento del alumno en un campo de estudio en particular”. Según Gutiérrez (1987), Ausubel distingue las variables de lo que él llama disponibilidad o prontitud, ya que “... la disponibilidad o prontitud no está determinada por el estado presente de los conocimientos del alumno dentro de un

campo de estudio dado, sino por su madurez cognoscitiva o nivel de funcionamiento intelectual” (p. 121). Por consiguiente, se advierte en la teoría de Ausubel una tercera condición para lograr un aprendizaje significativo, la importancia de una estructura cognoscitiva con procesos maduros para organizar la actividad mental y el conocimiento, en el sujeto que aprende. Lo anterior también lo advirtió Piaget en términos de la importancia del desarrollo de estructuras variables como elemento para el desarrollo mental. Esta tercera condición lleva a pensar en la conveniencia (valor) de diseñar procesos de aprendizaje organizados, iniciados desde la niñez, con agentes que cooperen en los procesos de organización mental y organización del conocimiento de quien aprende, el proceso de aprendizaje ha de exigir y conducir progresivamente a alcanzar una estructura cognoscitiva madura. Esta tercera condición encontrada en la teoría de Ausubel, parece ser una barrera para diseñar e iniciar procesos de aprendizaje significativo, pero no es así, la ausencia de estructuras cognoscitivas maduras no implica abandonar la posibilidad de emprender procesos de aprendizaje significativo con base en las dos primeras condiciones, las cuales lleva al desarrollo de una estructura cognoscitiva más madura.

En síntesis el modelo Ausubeliano ha impulsado el interés por conocer las ideas previas del sujeto que aprende, de tal manera que se pueda enseñar convenientemente en un ambiente de funcionalidad, como lo propuso Piaget y Comenio, aprender de la práctica, de la acción. Además, Ausubel da relevancia al carácter secuencial o progresivo del material o nuevo conocimiento que se pretende enseñar, de tal manera que no se dé espacio a vacíos –de información, conceptos, conocimientos- en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para lograr la disposición de parte del sujeto que aprende juega un papel muy importante el docente, quien debe buscar las técnicas y estrategias necesarias para inducir dicha disposición en el estudiante.

Finalmente como señalan Gimeno y Pérez (2012) un material aprendido de manera significativa es menos sensible al olvido a corto plazo y a la interferencia con el conocimiento previo al proceso. Lo anterior debido a que fue organizado de manera jerárquica, con una secuencia lógica, no de forma aleatoria, en la estructura cognitiva de quien aprendió. Este tipo de aprendizaje favorece la transferencia de los significados, del conocimiento a diversas situaciones (p.48).

### 2.3 DIDÁCTICA

Pruzzo, en su artículo La didáctica: su reconstrucción desde la historia (2006), señala como la concepción del creador de la didáctica Juan Amós Comenio (1592 –1670) se presenta comúnmente a través de un enfoque reduccionista y/o descontextualizado del momento histórico de su surgimiento. Reduccionista ya que su pensamiento se reduce al ámbito puramente cortes de la enseñanza,

dejando oculto el pensamiento de la didáctica como el artificio universal para enseñar a todos todas las cosas, dentro de “una concepción filosófica humanista que la incluye en un sistema social y político democrático capaz de sostener la paz universal” (p.41). Comenio no propuso que todos aprendan todas las ciencias, ya que él era consciente que la vida es corta inclusive para aprender plenamente una sola ciencia, su propuesta fue que todos tuvieran la posibilidad en las escuelas de aprender todos los fundamentos y fines de las principales cosas que existían y se creaban -las artes, la ciencia, los idiomas, costumbres y el conocimiento de Dios- (Comenio, 1998, p.24). Comenio planteó en su época que se acabaran los procesos de escolarización que se diversificaban por género y clase social; que además se orientaban hacia la ciencia, eran duros, aterraban y exiliaban a los estudiantes, y al final formaba algunas personas con malas costumbres y falsos saberes.

Pruzzo, expone que:

Desde su concepción metafísica Comenio sustenta una perspectiva que otorga a la enseñanza el status fundamental de hacer del hombre un hombre. (...) Comenio concibe que debe formarse al hombre para que alcance en esta vida la sabiduría, la honradez y la piedad. (p.41)

Se conoce por Pruzzo que Palacios (1984) critica la idea del método universal para enseñar todo a todos, precisamente por desconocer el contexto histórico y filosófico del momento, ya que “Comenio enfoca la búsqueda del método universal, como también lo harían Descartes, Galileo y Bacon, en sus propios ámbitos de estudio” (p.42). En la actualidad esta visión reduccionista ha influido para que la didáctica se relacione con una disciplina mecánica, prescriptiva, normativa y sin sustento teórico, pero en realidad desde sus orígenes la didáctica ha buscado innovar, humanizar y aportar principios para hacer del hombre un hombre por medio de la enseñanza. Al volver sobre la propuesta del mismo Comenio, se encuentran principios innovadores para su tiempo, y aun no aplicados en las escuelas de la era moderna, por ejemplo para Comenio es fundamental que la escuela prepare a la Juventud para:

adquirir un conocimiento verdadero y sólido, no falso y superficial; es decir, que el animal racional, el hombre, se guíe, por su propia razón, no por la ajena; no se limite únicamente a leer y aprender en los libros pareceres y consideraciones ajenos de las cosas, o a retenerlas en la memoria y recitarlas, sino que sea capaz de penetrar hasta la medula de las cosas y conocer de ellas su verdadera significación y empleo. (Comenio, 1998, p.30)

Comenio, un hombre del siglo XVII, es contundente al señalar que la escuela tiene la obligación de formar a sus estudiantes con conocimientos sólidos, entiende que la escuela debe resguardar lo propio de los conceptos y teorías del conocimiento, y ha de preparar a los estudiantes con un procedimiento “como de un modo

natural” (*Ibid*), de manera que ni se distorsione el saber sabio ni se causen molestias a quien aprende. Para Comenio, la escuela ha de conducir a sus estudiantes por caminos sólidos que les permita llegar hasta lo más profundo del conocimiento, de tal forma que descubran la verdadera significación de las cosas y su utilidad para la vida. Por tanto, Comenio sostiene la importancia de erigir escuelas con método, como ya lo había propuesto Lutero “Que se establezcan las escuelas con algún método, mediante el cual, no sólo no se les haga huir de los estudios, sino que, por el contrario, se les atraiga con toda suerte de estímulos” (Comenio, 1998, p.27). Para Comenio la escuela ha de comprometerse a buscar los modos de enseñar las cosas, el método fácil para hacer aprender, la didáctica se trata de inventar y aplicar métodos para enseñar. Para Comenio la escuela de su época debía transformarse ya que lo que podía “infiltrarse e infundirse suavemente en las almas se introducía violentamente, o mejor, se embutía y machacaba. Lo que podía ser expuesto clara y lucidamente se ofrecía a los ojos de modo obscuro, confuso, intrincado como verdaderos enigmas” (p. 28). En síntesis y en palabras de Comenio la escuela tenía un “método vicioso” *Ibid*.

En las últimas cuarenta décadas el sustento teórico de la didáctica ha venido creciendo, la misma definición ha sufrido variantes, por ejemplo la Real Academia Española, en su portal WEB define el término didáctica como “<sup>1. adj.</sup> Pertenciente o relativo a la enseñanza. <sup>2. adj.</sup> Propio, adecuado para enseñar o instruir. <sup>3. f.</sup> Arte de enseñar”. Esta última definición circula en el ámbito de la pedagogía, pero actualmente la didáctica no solamente se asocia con el arte de enseñar, también con el arte de identificar cómo aprende el sujeto a quien se está enseñando. Al respecto, Jiménez (2011), citando a Lucio (1989) y D’Amore (2006) expone la necesidad de una didáctica que abandone la vieja concepción de “*la receta para enseñar*” –llamada por D’Amore didáctica tipo A- y de “didáctica como la simple búsqueda de la eficacia de los procesos de enseñanza” (p. 5). Jiménez, menciona que para Lucio esta concepción de didáctica tipo A sería una “*Didáctica sin Pedagogía, ya que ‘Sin la perspectiva globalista e integradora de la visión pedagógica, la Didáctica es un instrumento para enseñar mejor, sin preocuparse... <a quién>*” (p. 6).

Para Pruzzo (2007) la didáctica “es una ciencia descriptiva y explicativa centrada en escenarios presentes y reales. Pero las prescripciones que deriva comprometen moralmente el futuro, los sujetos y su proyección en la sociedad y la cultura” p.62. Lo anterior se complementa haciendo mención a la necesidad expuesta en este artículo del compromiso con la vigilancia epistemológica de las construcciones científicas de la didáctica. Pruzzo, hace hincapié en el cuidado de generalizar abusivamente de las prescripciones de las didácticas especiales que “pueden llegar a arriesgar el futuro profesional y social de los estudiantes. (...). Por eso más que nunca, no habría que perder de vista la concepción holística de la enseñanza en un contexto político y social que la compromete” (2007, p.63). En resumen Pruzzo, sugiere evaluar el efecto práctico (real) que tiene el tipo de estrategia didáctica empleada para enseñar a los estudiantes, e insiste en no

generalizar los diseños didácticos a todos los grupos y todos los ambientes de aprendizaje.

La didáctica, ciencia cuyo objeto de estudio es el proceso docente-educativo, se caracteriza por un sistema de conceptos, categorías y leyes, los que en su integración permiten su dirección y potencian su desarrollo en aras de lograr profesionales independientes y creadores, comprometidos con su quehacer social. (Mestre, U.; Fuentes, H.; Álvarez, I., 2004, p.18)

Daura (2011) propone la necesidad de definir la didáctica como “una disciplina de carácter teórico y práctico” (p. 77) y más que definirla reconocerla, su reconocimiento facilitaría:

la utilización de procedimientos, técnicas y recursos en base a los objetivos, a los contenidos, al contexto y a los destinatarios del proceso mencionado, cuestión que hace alusión al desenvolvimiento de una capacidad estratégica para enseñar, que puede ser adquirida gracias a una actitud de predisposición y de evaluación del propio desempeño como docente. (p. 77)

Agrega Daura, con base en (Medina Rivilla y Salvador Mata, 2005), que la didáctica es necesario concebirla como:

una disciplina que puede llegar a desarrollar modelos de acción y de reflexión que respondan a cuatro interrogantes básicos: ¿Para qué formar a los estudiantes y al profesorado? ¿Quiénes son nuestros estudiantes y cómo aprenden? ¿Qué se ha de enseñar y qué supone actualizar el saber? y ¿Cómo y con qué medios se puede realizar la enseñanza?” que sirvan para comprender la tarea desarrollada por los docentes y los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. (2011, p. 78)

Por lo expuesto se deduce que el desarrollo de una didáctica específica tiene implicaciones a nivel individual, profesional y socio-cultural, en términos de Comenio se trata nada más y nada menos que de formar un hombre para la vida, para la sociedad, no solo se trata de hacer aprender un saber; por tanto la didáctica se inclina actualmente, como en sus principios, por lograr el desarrollo integral de la persona por medio de un proceso centrado en quien está aprendiendo. El compromiso de cooperar en la formación de buenos hombres para la vida, buenos profesionales, también requiere de disposición de parte del docente, como lo es necesario para el aprendizaje significativo la del estudiante, Daura, invita precisamente a tener esa actitud de predisposición y a trabajar en la mejora de la visión estratégica como docentes.

2.3.1 Estrategias didácticas. Entendiendo el término estrategias de enseñanza como equivalente de estrategias didácticas, se comprende que son “los recursos y

procedimientos que los enseñantes utilizan para regular sus acciones y las variables del contexto con el objeto de promover aprendizajes significativos en los estudiantes (Díaz Barriga Arceo y Hernández rojas, 2006: 430)” (Daura, 2011, p.79). Para Herrán y Vega las estrategias didácticas son las “-fases seguidas en una secuencia de enseñanza-, fundamentadas –es decir, sustentadas en desarrollos teóricos- y validadas –puestas en práctica y valoradas desde el punto de vista de los resultados obtenidos,-” (2006, p.35). Por su parte, Sirvent (s.f), expone que la estrategia didáctica es “la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje para la cual el docente elige las técnicas y actividades que puede utilizar a fin de alcanzar los objetivos de su curso.” En el ejercicio del diseño de la planificación infero que, Sirvent, sugiere tener presente tres componentes: el tipo de persona, sociedad y cultura de la institución educativa (Misión); la estructura curricular; las posibilidades cognitivas de los alumnos. Sirvent, señala que las técnicas didácticas “Son procedimientos didácticos que ayudan a realizar una parte del aprendizaje que se persigue con la estrategia. Es el recurso particular para llevar a efecto los objetivos”.

En el artículo los estilos de aprendizaje de los estudiantes universitarios y sus implicaciones didácticas en la educación superior, se señala con respecto a las estrategias didácticas que:

La educación Superior para responder a las necesidades y exigencias sociales debe concebir estrategias potencialmente sólidas, orientadas a los diferentes tipos de contenido, (...) que organizados didácticamente y teniendo en cuenta las particularidades de la personalidad, se integran a la formación profesional del estudiante universitario.

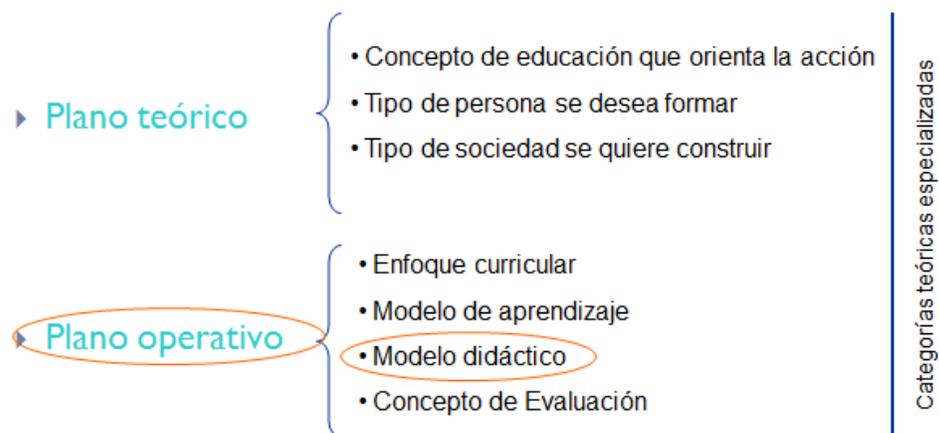
Se asume que el término estrategias didácticas, que presupone enfocar el cómo se enseña y cómo aprende el alumno, es el más adecuado porque integra los dos componentes esenciales del proceso: enseñanza y aprendizaje. En tal sentido las estrategias didácticas no se limitan a los métodos y formas con los que se enseña sino al repertorio de procedimientos técnicos y habilidades que tienen los estudiantes para aprender, es una concepción más consecuente con las tendencias actuales de concebir este fenómeno desde una concepción integradora. Constituyen la concreción en el aula del conjunto de pasos y acciones de enseñanza-aprendizaje que el profesor diseña y ejecuta junto con los alumnos para lograr los objetivos de la educación en este nivel de enseñanza. (Ortiz & Aguilera, 2005, p.3)

Desde el punto de vista de Ortiz y Aguilera, es importante determinar los estilos de aprendizaje que emplean los estudiantes en sus procesos de aprendizaje, al intentar comprender un tema, una materia. La tarea no es fácil, pero los docentes y estudiantes pueden descubrir los modos, medios y técnicas que son utilizados en el proceso de aprendizaje. El conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes permitirá que la acción pedagógica que desarrolle el docente no vaya

en total contravía con las técnicas utilizadas por los estudiantes. El determinar los estilos puede fortalecer el modo como aprenden los estudiantes ó si es el caso reorientar los procedimientos y técnicas que emplean. Indudablemente en este punto, se vincula los estilos de aprendizaje determinados, con las ideas previas que se pueden establecer de los estudiantes con respecto a un objeto de estudio, el docente con estos elementos (aditamentos) puede diseñar (planificar) mejor la estrategia didáctica a desarrollar.

Otro punto relevante, con base en Sirvent (s.f) y Ferrada & Flecha (2008), es la concordancia que ha de existir entre las estrategias didácticas, y el plano teórico-operativo de la praxis pedagógica, presentado de manera gráfica en la figura 5. Las estrategias didácticas han de coexistir (incorporar) con la filosofía y concepción de educación definido por la institución educativa. Esta concepción adoptada por la institución es llamada por Ferrada & Flecha: modelo dialógico de la pedagogía, en el plano teórico la institución responde a las preguntas “1) ¿qué noción de educación orientará la acción pedagógica?... 2) ¿qué tipo de persona se desea formar?... y 3) ¿qué tipo de sociedad se quiere construir?” (2008, p. 43); y en el plano operativo la institución delibera en torno a las preguntas “1) ¿qué enseñar?,... 2) ¿cómo aprenden las personas a las que se quiere enseñar?,... 3) ¿cómo enseñar?,... y 4) ¿cómo evaluar los aprendizajes alcanzados?” (*Ibíd*). Es decir, las estrategias didácticas responden también a la intencionalidad de educabilidad que se propone la institución educativa. Al respecto de esta incorporación al enfoque curricular, Ortiz y Aguilera señalan que:

Figura 5. Organización de la praxis pedagógica



Nota: gráfico diseñado con base en la teoría de modelo dialógico de la pedagogía, expuesto por Ferrada & Flecha, 2008, p. 43.

Las estrategias didácticas siempre estarán dirigidas a desarrollar determinadas habilidades o competencias profesionales en los estudiantes,

las cuales son fundamentales para el futuro profesional y deben estar explícitamente abordadas en el diseño curricular de cada carrera y formar parte de los objetivos generales del plan de estudios, de cada disciplina, asignatura y de cada tema. (Ortiz & Aguilera, 2005, p.6)

Por lo expuesto anteriormente con respecto a didáctica y estrategias didácticas, el diseño de estas últimas no anula la creatividad y experiencia profesional del docente, por el contrario la potencia, ya que con sus diseños da respuesta a las situaciones particulares de un contexto y coopera para que el individuo que está aprendiendo se ponga en camino a la sabiduría. La estrategia didáctica es una herramienta pedagógica que orienta cómo concretar los objetivos propuestos para una formación profesional, por tanto no es de ninguna manera una regla o prescripción.

Finalmente, la definición que se apropia del término *criterios pedagógicos*, para la presente investigación, es el de “herramientas facilitadoras de la reflexión de los docentes acerca de sus propias prácticas” (Pasmanik & Cerón, 2005, p. 72). El autor del presente trabajo manifiesta con los criterios pedagógicos el discernimiento sobre la práctica docente.

### 3. ESTADO DEL ARTE

Aproximadamente desde mediados de la década del setenta se inició el desarrollo de diferentes estudios enfocados a determinar las dificultades que se presentan en la instrucción y el aprendizaje de la teoría relacionada con circuitos eléctricos. Por la información recabada se puede clasificar en dos categorías los puntos de vista adoptados para justificar la dificultad en el aprendizaje de circuitos eléctricos: en primer lugar la teoría de preconceptos, y en segundo, los vínculos entre el mundo de los modelos y el mundo de los eventos.

#### 3.1 TEORÍA DE PRECONCEPTOS

Esta denominación hace referencia a las concepciones, explicaciones e ideas propias de los estudiantes sobre un tema particular ó fenómeno físico antes de recibir instrucción; concepciones previas que están en la estructura cognoscitiva y de las cuales algunas son acertadas. Mahmud y Gutiérrez (2010) resumen los diferentes nombres dados a esta teoría en relación al investigador:

ideas intuitivas, ciencia de los niños, representaciones de los alumnos (Osborne, 1983), Errores conceptuales (Helm, 1980), Preconcepciones (Novak, 1983), Concepciones alternativas, o marcos alternativos (Driver, 1978) que después denominaron ideas de los niños, representaciones (Giordan,1982) y preconceptos (Me Dermott,1984 y Duit,1984). Cada una de estas denominaciones lleva consigo implicaciones teóricas y una connotación del enfoque perteneciente a los estudios que se realizaron, pero de manera general se refieren al mismo planteamiento. (p. 11)

Andrés (1990) menciona en su artículo “Que las respuestas erróneas de los estudiantes no parecen ser producto de la instrucción. Antes de ingresar en los cursos de electricidad ya tienen esquemas conceptuales acerca de los circuitos y la corriente eléctrica” (p. 231). Este punto de vista se amplía con el de Varela, Manrique de Campo y Favieres (1988), quienes agregan al respecto que los estudiantes poseen preconceptos de las ciencias en general, poseen unas ideas sobre las leyes que rigen el mundo que los rodea (p. 285). Solano, Gil, Pérez y Suero (2002) se refieren en torno al sentido de las ideas previas o preconceptos así:

Siempre que una persona intenta comprender algo, necesita activar las ideas que ya posee y que le sirven para organizar la nueva información y darle sentido (Ausubel, 1978), de ahí la importancia que han adquirido los estudios sobre las ideas distintas a las científicas que tiene el alumnado. (p. 460)

Andrés (1990) presenta un resumen de los estudios que precisan hallazgos similares asociados a los patrones de razonamientos de los estudiantes en el área de electricidad, antes de recibir formación en el área:

especialmente en lo referente a circuitos eléctricos, corriente, voltaje, conservación de la corriente eléctrica (Evans 1978, Fredette y Lochhead 1980, Cohen et al. 1983, Shipstone 1985, Domínguez y Moreira 1987). Estos esquemas persisten en sus estructuras conceptuales después de la instrucción (Domínguez y Moreira 1987, Criscuolo 1984). (p. 231)

Por lo anterior Andrés estima que la “instrucción tal como se ha desarrollado hasta el momento parece ser poco exitosa en el desarrollo de una comprensión de los conceptos del área de electricidad” (*Ibid*).

Cohen et al. 1983, Criscuolo 1984, Fredette y Lochhead 1980, Shipstone 1988 (citados en Andrés, 1990) señalan que “Los estudiantes aprueban cursos de electricidad resolviendo exitosamente problemas mediante la aplicación de leyes de Kirchhoff, ley de Ohm y otros, sin embargo no desarrollan una estructura conceptual coherente con las teorías científicas, ya que al presentarles situaciones cualitativas responden erróneamente” (p. 231). Por lo anterior, los estudios concluyen que los estudiantes desarrollan un conocimiento de tipo operativo y algorítmico que les permite responder bien a los problemas cuantitativos, pero no transferir ese conocimiento al enfrentarse a situaciones de tipo cualitativo y práctico. En resumen los estudiantes desarrollan un conocimiento que no está asociado con los conceptos científicos.

En los siguientes párrafos se detalla los hallazgos y conclusiones de los estudios de Varela, et al. (1988), Andrés (1990), y Solano, et al. (2002).

El trabajo desarrollado por Varela, et al. (1988), persiguió tres objetivos, y se desarrolló teniendo en cuenta el modelo de enseñanza aprendizaje constructivista. Los objetivos fueron: 1) Detección de los preconceptos que poseen los alumnos sobre circuitos eléctricos. 2) Diseño de un currículo para conseguir un aprendizaje significativo. 3) Evaluación de dicho aprendizaje.

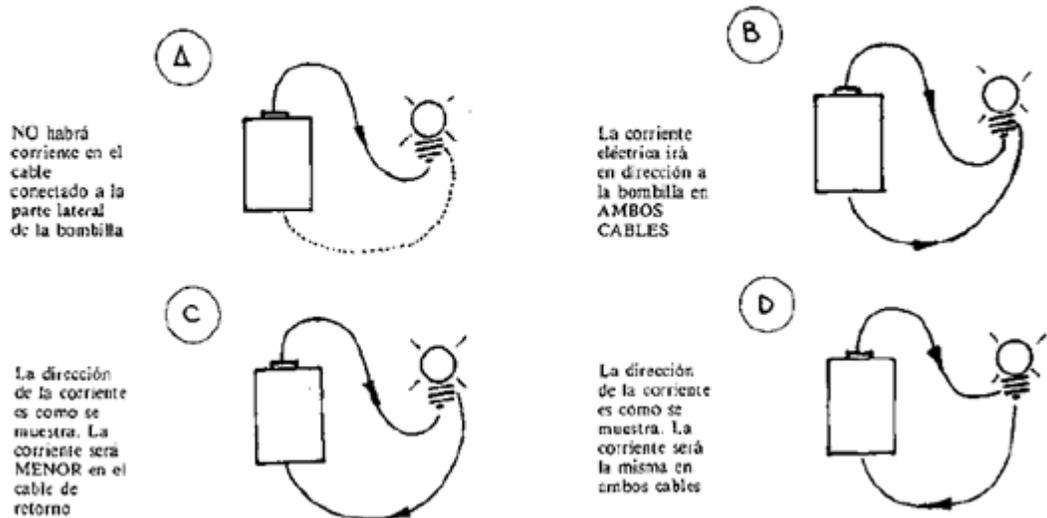
El punto de partida para Varela, et al. fue la convicción de que los preconceptos de los alumnos son similares a los detectados por Osborne (1983), Tiberghien (1983) y Shipstone (1984), y otros. En la figura 6, se observa un ejemplo de una prueba tipo test para la detección de preconceptos en estudiantes de bachillerato (Caso cualitativo).

Con respecto a la confección del currículo, se hizo una vez analizados los resultados de las pruebas realizadas. Los autores mencionan que el contenido correspondiente a energía eléctrica fue ordenado partiendo del concepto de la conservación de la energía en un circuito, siguiendo con la explicación del modo

en que se transporta la energía, la presentación de la ley de ohm, circuitos en serie y paralelo –aplicaciones-, y finalizando con la inclusión de las ideas del alumno al mundo cotidiano -electricidad en casa- (Varela, et al., 1988, p. 287).

Figura 6. Prueba para detectar modelos de corriente en un circuito  
Pruebas para la detección de modelos.

Una pila se conecta a una bombilla como se muestra en el diagrama. La bombilla está luciendo.  
¿Con qué diagrama piensas que se describe mejor la corriente eléctrica en los cables?



Fuente: Revista Enseñanza de las ciencias, 1988, 6 (3). p. 287

Las etapas del modelo práctico propuesto por los autores para la enseñanza – aprendizaje de cada tema referente a los circuitos eléctricos se presenta en la figura 7.

Figura 7. Metodología propuesta por Varela, et al. para enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos



Nota: gráfico diseñado con base a la teoría expuesta por Varela, et al, 1988, p. 287.

Esta metodología se aplicó a tres grupos de 2º de BUP del IB Rey Pastor de Madrid, el tiempo de duración del proceso fue de cinco semanas y se aplicó el test al finalizar la instrucción para verificar el cambio conceptual. En la figura 8 se presentan los resultados encontrados en este estudio.

Figura 8. Tablas de resultados investigación Varela, et al (1988)

Tabla I  
% Alumnos que optan por cada modelo

MODELO	CIENTIFICO	CONCURRENTE	ATENUACION	REPARTO	OTROS
INICIAL	40.74	51.48	11.11	9.25	7.40
FINAL	84.26	0	3.73	2.80	8.41

Tabla II

	DIFERENCIAN VOLTAJE e INTENSIDAD	APLICAN CORRECTAMENTE AMBOS CONCEPTOS
INICIAL	14.9	0
FINAL	25.3	24.5

NOTA: en la tabla 1 se observa los porcentajes de respuesta (pre-test y post- test) dada por estudiantes a cada modelo de los presentados para un caso cualitativo específico. En la tabla II se observa una mejora en la diferenciación y aplicación del concepto de voltaje e intensidad.

Varela, et al. concluyen que:

A pesar del aparente éxito de este sistema de trabajo, los resultados no son concluyentes, pues, según muchos autores (McDermott 1984, Osborne 1985, Tiberghien 1983), las ideas originales de los alumnos vuelven a reimplantarse pasado cierto tiempo, y persisten incluso en los niveles de enseñanza superior (Viennot 1979). (1988, p. 289)

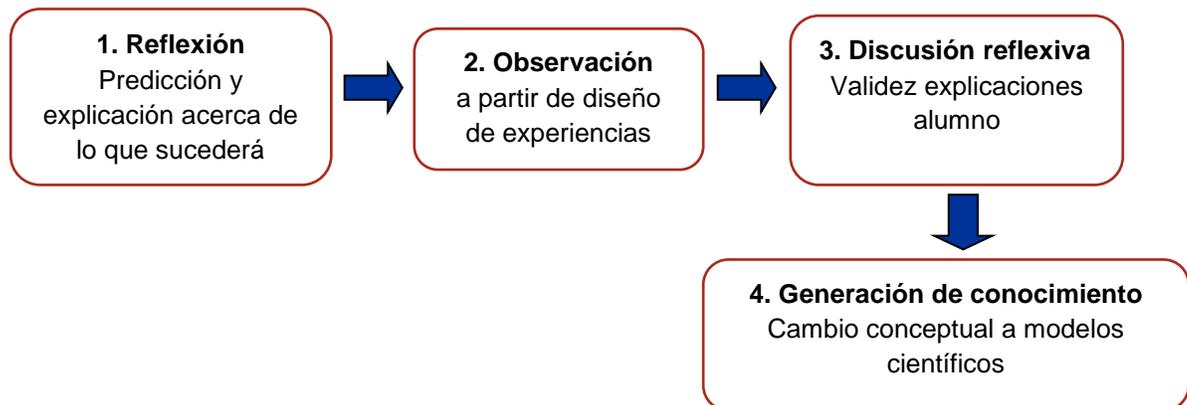
El trabajo desarrollado por Andrés (1990) presenta una propuesta instruccional denominada estrategia de conflicto, se basa en la teoría de Posner (1982), construcción de conocimiento como proceso evolutivo –propuesto con anterioridad por (Piaget, 1964/1994), para Posner el cambio de preconcepciones se da en la medida que las nuevas ideas se adecuan a sucesos reales y explican un buen

número de eventos. La estrategia de conflicto busca la comprensión conceptual e “intenta poner en evidencia las limitaciones de las concepciones de los estudiantes, que ellos sientan la necesidad de cambiarlas o modificarlas” (Andrés, 1990, p. 232).

La secuencia de los contenidos a enseñar fue la siguiente: diferencia de potencial, fuerza electromotriz de las baterías, corriente eléctrica, resistencia, conductividad, relación entre la diferencia de potencial y la intensidad de corriente en elementos lineales y no lineales, ley de ohm, análisis cualitativo de los circuitos simples y posterior análisis cualitativo. (*Ibid.*)

La estrategia de conflicto presenta cuatro fases y se observa en la figura 9.

Figura 9. Fases estrategia de conflicto



Nota: gráfico diseñado con base a la teoría expuesta por Andrés, 1990, p. 232.

La estrategia de conflicto se aplicó a 73 alumnos de último año de educación secundaria del Liceo Rafael Seijas de Caracas Venezuela. El grupo tenía en promedio una edad de 17 años. El proceso instruccional se realizó por ocho semanas, desarrollando 30 clases de 40 minutos. Las actividades desarrolladas por los alumnos fueron: discusión de lecturas, simulaciones, actividades de laboratorio, elaboración y discusión de reportes de laboratorio, sesiones de solución de problemas.

En la figura 10 se presentan los resultados arrojados de la aplicación de la Prueba (pre-prueba) empleada para la determinación de Concepciones sobre electricidad (DCE) e igualmente los resultados post-prueba.

Dos de las conclusiones de este trabajo son:

Figura 10. Resultados pre-prueba y post-prueba de aplicación estrategia de conflicto

Tabla I

Resultados de la prueba determinación de concepciones acerca de electricidad (DCE) antes y después de la experiencia.

(Porcentaje de respuestas)

No. ITEM	PRE-PRUEBA (N= 73)				POST-PRUEBA (N=67)			
	C	I	?	NC	C	I	?	NC
1.1	44	39	13	6	70	16	13	0
1.2	56	31	10	3	72	15	7	6
1.6	49	41	10	0	66	27	7	0
1.5	89	6	4	1	90	1	9	0
1.3	42	21	31	6	67	5	27	0
1.4	45	34	17	4	51	22	27	0
2	30	14	51	6	79	4	18	0
3.1	0	30	64	6	0	21	73	6
3.2	11	64	13	10	0	40	54	6
4	80	13	6	1	76	13	4	7
5	65	26	7	1	54	45	0	1
6	8	77	8	6	25	42	30	4
7	25	45	21	8	27	48	21	5
8	65	13	7	15	70	16	7	6

C=correcta  
I=incorrecta  
?= confusa  
NC= no contestó

Fuente: tabla tomada del trabajo de Andrés, 1990, p. 233.

La experiencia instruccional tuvo mayor éxito en los estudiantes que habían tenido la vivencia del curso de electricidad [aunque en la prueba pre-test no influyo la información que ya conocían, emplearon sus esquemas particulares]. Parece que el experimento les activó los esquemas adquiridos en dichos cursos, permitiéndoles mayor comprensión de los contenidos y de los fenómenos.

(...)

La comprensión conceptual y el cambio conceptual exigen la inversión de tiempo en la instrucción. En el diseño del currículo se debe tener claro el objetivo a lograr. Si se desea que los alumnos adquieran información, la cantidad de contenidos puede ser mayor pero a costa de una menor comprensión conceptual. **Por el contrario si se desea la comprensión conceptual se debe disminuir la cantidad de contenidos** [negrilla mía] para ampliar el número de las actividades instruccionales por cada uno de ellos. (Andrés, 1990, p.236)

El Estudio desarrollado por Solano, et al. (2002) buscó comprobar que los preconceptos que tienen los estudiantes con respecto a los circuitos eléctricos de corriente continua son “comunes a alumnos de diferentes edades y están tan fuertemente arraigadas que ni la instrucción durante muchos años permite modificarlas” (p. 460); los objetivos que se persiguieron en este trabajo fueron:

- Estudiar la evolución de los preconceptos que poseen los alumnos sobre circuitos eléctricos de corriente continua, después de varios años de instrucción.
- Analizar si la reforma del sistema educativo español, que propugna partir de las ideas previas de los alumnos buscando un aprendizaje significativo, ha supuesto una mejora en el rendimiento de los estudiantes, y como no, la superación de los problemas detectados en este y otros trabajos desde hace años. (Solano, et al., 2002, p.462)

Los autores de este trabajo señalan que:

Se han realizado muchos estudios sobre este tema y diversas revisiones bibliográficas (Closeet,1983; Shipstone, 1984; Varela et al., 1988; Hierrezuelo et al., 1988; Manrique et al., 1989; Metioui et al., 1996; Koumaras et al., 1997; Furió et al.,1999; Pontes et al., 2001) la mayoría son de carácter descriptivo (Solano, I. et al., 2000) y no evolutivo que permitan conocer como progresa el conocimiento de los alumnos sobre un determinado contenido de enseñanza. (Solano, et al., 2002, p.460)

Por lo mencionado anteriormente, este trabajo tiene una característica especial en cuanto a la población de estudio para intentar evaluar el carácter evolutivo de los preconceptos. La prueba -prueba objetiva no tradicional, según los autores- para determinar los conocimientos básicos en electricidad fue aplicada a niños y a jóvenes pertenecientes a los dos sistemas de educación españoles. Se abarcó en total una población de 3300 alumnos, desde la Educación Primaria hasta la Universidad, distribuida como lo indica la figura 11.

Figura 11. Distribución total de alumnos por sistema educativo y nivel

<b>SISTEMA TRADICIONAL DE ENSEÑANZA</b>		<b>NUEVO SISTEMA DE ENSEÑANZA</b>	
11 años.	235 ALUMNOS	11 años	382 ALUMNOS
13 años	315 ALUMNOS	13 años	305 ALUMNOS
16 años	389 ALUMNOS	16 años	318 ALUMNOS
17 años	402 ALUMNOS	17 años	233 ALUMNOS
18 años	321 ALUMNOS	18 años	215 ALUMNOS
1º UNIV.	115 ALUMNOS	1º UNIV.	110 ALUMNOS
<b>TOTAL</b>	<b>1777 ALUMNOS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1563 ALUMNOS</b>

Fuente: tabla tomada del trabajo de Solano, et al, 2002, p. 462.

En la figura 12 se observa los porcentajes de respuesta elegidas en cada opción para cada una de las cinco preguntas del test; los porcentajes en negrilla indican la opción correcta. Los resultados muestran porcentajes bajos de acierto en las respuestas, los dos más altos son 62.50 para el primer ítem (3° B.U.P.) y 72.73 para el segundo ítem (8° E.G.B.). La tabla también advierte que no sobresalen los resultados de los estudiantes universitarios, como lo señalan los autores puede darse por la poca formación en electricidad a partir de los 18 años, excepto si optan por estudiar profesiones relacionadas con electricidad (p. 464). Los autores de este estudio mencionan que los estudiantes a pesar de elegir la opción correcta demuestran con sus explicaciones no tener claro los conceptos.

Figura 12. Porcentajes de respuesta elegidas en cada opción Sistema Educativo tradicional

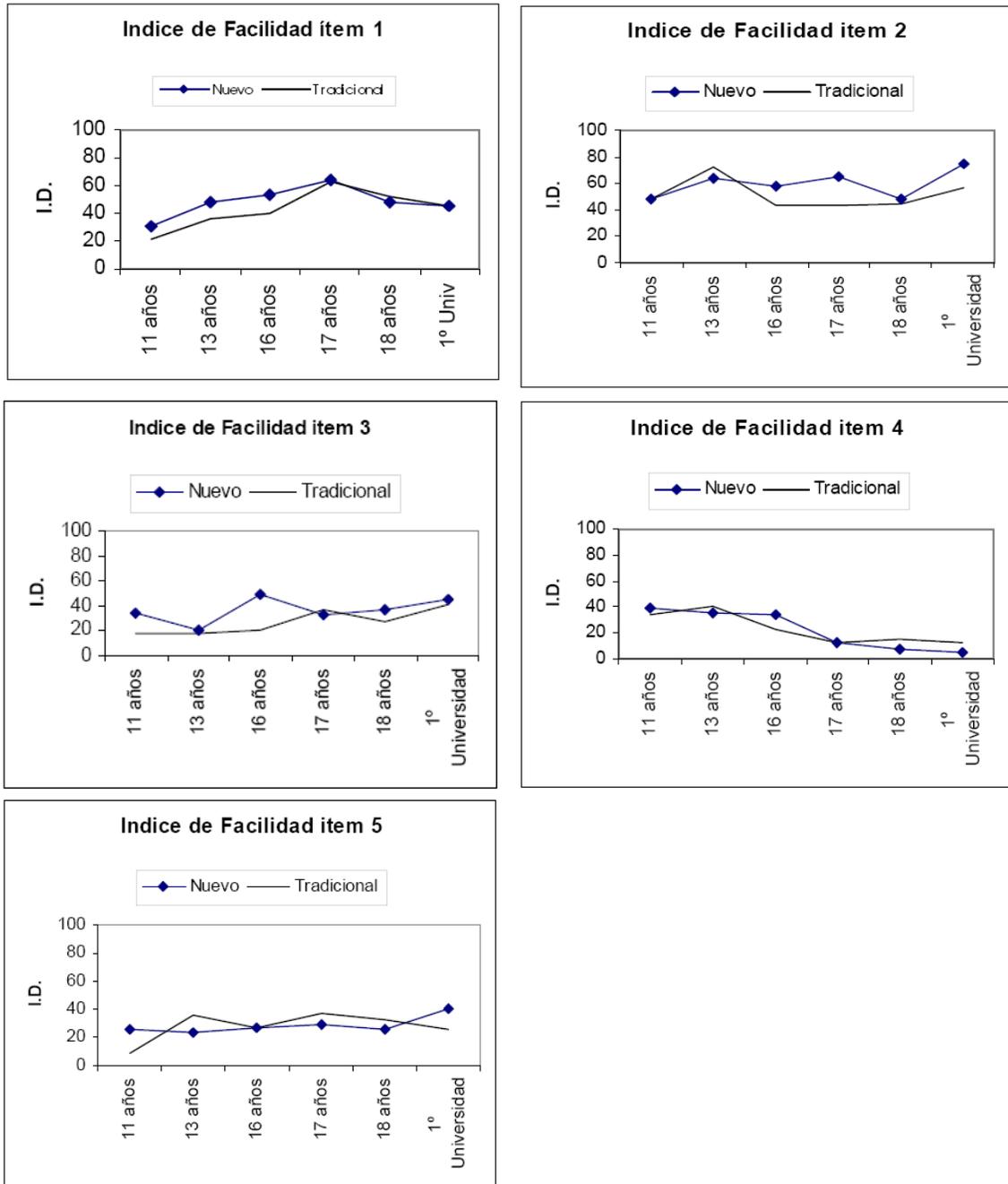
ITEM	5° E.G.B. (11 años)	8° E.G.B. (14 años)	2° B.U.P. (16 años)	3° B.U.P. (17 años)	C.O.U. (18 años)	1° UNIV. (+18 años)	
1	a)	<b>21,74</b>	<b>36,36</b>	<b>40,00</b>	<b>62,50</b>	<b>55,26</b>	<b>47,06</b>
	b)	39,13	27,27	46,67	31,25	39,47	47,06
	c)	26,09	31,82	10,00	0,00	5,26	4,71
	d)	13,04	4,55	3,33	6,25	0,00	1,18
	e)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	a)	4,35	4,55	10,00	6,25	15,79	0,00
	b)	21,74	13,64	26,67	50,00	26,32	34,12
	<b>c)</b>	<b>47,83</b>	<b>72,73</b>	<b>43,33</b>	<b>43,75</b>	<b>47,37</b>	<b>58,82</b>
	d)	21,74	9,09	13,33	0,00	7,89	7,06
	e)	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	a)	8,70	22,73	23,33	6,25	21,05	10,59
	<b>b)</b>	<b>17,39</b>	<b>18,18</b>	<b>20,00</b>	<b>37,50</b>	<b>28,95</b>	<b>42,35</b>
	c)	60,87	45,45	26,67	37,50	28,95	34,12
	d)	8,70	13,64	13,33	6,25	15,79	4,71
	e)	4,35	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00
4	<b>a)</b>	<b>34,78</b>	<b>40,91</b>	<b>23,33</b>	<b>12,50</b>	<b>15,79</b>	<b>12,94</b>
	b)	26,09	40,91	20,00	18,75	28,95	11,76
	c)	17,39	0,00	10,00	18,75	15,79	18,82
	d)	17,39	18,18	20,00	37,50	42,11	42,35
	e)	4,35	0,00	6,67	0,00	2,63	0,00
5	a)	30,43	18,18	6,67	18,75	15,79	14,12
	<b>b)</b>	<b>8,70</b>	<b>36,36</b>	<b>26,67</b>	<b>37,50</b>	<b>34,21</b>	<b>27,06</b>
	c)	34,78	36,36	20,00	6,25	31,58	24,71
	d)	21,74	9,09	6,67	6,25	10,53	9,41
	e)	4,35	0,00	3,33	6,25	5,26	3,53

Fuente: tabla tomada del trabajo de Solano, et al., 2002, p. 463.

Solano, et al. (2002) mencionan que “Para comprobar la evolución de las respuestas con los años de instrucción decidimos calcular el Índice de Facilidad o Destreza (I.D.) para cada grupo de alumnos, utilizando el programa informático

LXR-TEST de Logic Extension Resources” (p. 464). En la figura 13 se observa el índice de facilidad para cada uno de los ítems preguntados en el test.

Figura 13. Índice de facilidad para los estudiantes de cada ítem preguntado.



Nota: Ítem 1 referente a corriente eléctrica, ítem 2 dependencia voltaje, resistencia e intensidad, ítem 3 voltaje eléctrico, ítem 4 y 5 para determinar diferencias entre corriente eléctrica y diferencia de potencial.

Fuente: gráficos tomados del trabajo de Solano, et al., 2002, pp. 464 - 466.

Dos de las conclusiones de este trabajo son:

- a) Después de más de 8 años de instrucción sobre los circuitos eléctricos de corriente continua los alumnos siguen respondiendo a preguntas simples... con las ideas particulares que poseen en ese momento, olvidándose casi por completo de la formación recibida durante años.
- b) Aunque se introduzca una reforma educativa, basada en la “Teoría Constructivista del Aprendizaje” y en las ideas previas de los alumnos, y se incluya en ella áreas directamente relacionadas con el tema y eminentemente práctica (área de Tecnología a partir de los 12 años), se observa que los rendimientos siguen siendo análogos a los del sistema tradicional y que las preconcepciones que poseen los alumnos son difíciles de corregir, por lo menos, en aquellos casos en los que antes de realizar el test los alumnos no habían recibido durante ese curso instrucción sobre el tema de ningún tipo. (Solano, et al., 2002, p. 467)

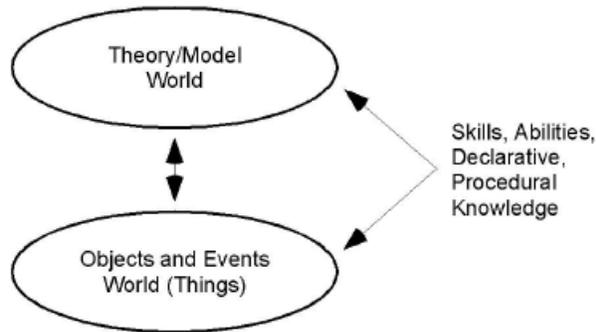
Por lo visto anteriormente, la teoría de preconcepciones sugiere que el papel del docente y la instrucción deben llevar a que:

- El estudiante conozca sus patrones de razonamiento y los ponga a prueba en diversas situaciones.
- El docente seleccione eventos instruccionales que permitan poner en evidencia la incoherencia de dichos patrones y orienten al estudiante hacia el desarrollo de estructuras cognoscitivas integradas por conocimientos científicamente aceptados.
- La instrucción proporcione al estudiante situaciones de análisis cualitativo y posteriormente eventos donde se relacione esto con las operaciones cuantitativas.

### 3.2 LOS VÍNCULOS ENTRE EL MUNDO DE LOS MODELOS Y EL MUNDO DE LOS EVENTOS

Citando textualmente a Carstensen y Bernhard (2007) se comprende el punto central de esta teoría: “According to recent research, students or novices have problems establishing relationships between the object/event world and the theory/model world” (p. 1). Este estudio enfatiza en la importancia de hacer que los estudiantes entiendan la relación entre el mundo de la teoría/los modelos, y el mundo de los objetos/eventos (el mundo real), estableciendo vínculos explícitos entre los dos mundos; con el objetivo que los estudiantes adquieran un conocimiento funcional de los circuitos eléctricos. Vale la pena decir que Tiberghien (1999 citado en Carstensen, 2007) propuso precisamente estos dos mundos como las categorías principales en el análisis del conocimiento, esta categorización es efectiva cuando se desarrollan y analizan ambientes de aprendizaje, tales como laboratorios (p. 1). Estas categorías se representan en la figura 14.

Figura 14. Categorización de conocimiento basado en una actividad de modelado



Fuente: gráfico tomado del trabajo de Carstensen, et al., 2007, p. 2.

Para los investigadores de physics education conference at Tufts University, las conexiones entre los conceptos, las representaciones formales, y el mundo real son frecuentemente escasas en la instrucción clásica (Carstensen & Bernhard, 2007, p. 1). Ahora bien, en ocasiones el docente presenta estos dos mundos, pero se hace ante los ojos de los estudiantes normalmente sin vínculo alguno y el proceso de enseñanza - aprendizaje no explicita las relaciones, es más, el docente considera en ocasiones que el estudiante está en capacidad por sí mismo de relacionar el mundo de los modelos y el mundo de los eventos. La situación es aún más compleja cuando el estudiante recibe en cursos separados el componente matemático, conceptual y práctico (sesiones de laboratorio), y se espera que en proceso el estudiante establezca los vínculos.

Carstensen et al. (2007) conscientes de los resultados de sus investigaciones y de los obtenidos en otros estudios partieron de reconocer la dificultad para que los estudiantes establezcan relaciones significativas, y de manera espontánea, entre el mundo de los modelos y el mundo de los eventos. Por tal razón, el trabajo de Carstensen y Bernhard busco principalmente crear vínculos entre el mundo teórico y el mundo práctico de los circuitos eléctricos, mediante el diseño y desarrollo de laboratorios conceptuales, ya que los laboratorios fomentan en los estudiantes la creación de vínculos o relaciones entre la teoría, los datos prácticos y el mundo real que están explorando. Así mismo el objetivo que se propusieron los autores de este trabajo fue el diseño de un nuevo currículo en teoría de circuitos eléctricos así como la introducción de cambios sistemáticos en el diseño de las tareas de laboratorio (p. 2).

Carstensen et al. (2007), durante sus investigaciones han acudido a la teoría del diseño de experimentos, diseño basado en investigación y estudios de enseñanza/aprendizaje, buscando el uso de herramientas para mostrar simultáneamente de muchos modos diferentes los conceptos implicados. Finalmente el enfoque utilizado en la investigación citada está relacionado con el diseño basado en investigación educativa y la teoría de la variación (*Ibíd.*).

Dentro de las ciencias del aprendizaje, el diseño basado en investigación educativa investiga las formas de aprendizaje dentro de un contexto definido (natural) y diseña contextos que son puestos a prueba y rediseñados con base en los resultados de los experimentos. El diseño basado en investigación ó investigación basada en diseño se centra en observar las interacciones que se presentan en escenarios reales (auténticos) de aprendizaje. Dentro de las ventajas de este tipo de investigación educativa están: el intento por estudiar la totalidad de las variables que afectan el resultado de interés –“por consiguiente, el diseño de las intervenciones que se proyecten deberá exhibir también ese carácter integrador (Riaunudo & Donolo, 2010, p. 6)-, los continuos ciclos de rediseño de los contextos diseñados e experimentados, la documentación de los problemas de aprendizaje detectados para refinar su comprensión y la documentación de los cambios obtenidos tras cada rediseño; Lo, Marton, pang, y Pong (2004 citado en Carstensen, 2007) sintetiza que los beneficios del diseño de experimentos (como también es llamado el diseño basado en investigación) son la capacidad de contribuir al desarrollo de la teoría, y mejorar la práctica al mismo tiempo (p. 2), dentro de la investigación educativa. “[La investigación basada en diseño] nos ayuda a entender las relaciones entre la teoría educativa, el artefacto diseñado y la práctica” (Rinaudo & Donolo, 2010, p. 3).

Marton, Runesson and Tsui (2004, citado en Carstensen, 2007) han desarrollado la teoría de la variación, la cual es una estructura explicativa de las condiciones necesarias para el aprendizaje. Lo central de esta teoría es que nosotros aprendemos a través de la experiencia de la diferencia más que del reconocimiento de la similitud. Para abrirse hacia el aprendizaje debe entenderse en términos de discernimiento, simultaneidad y variación... Las formas potentes de actuación ante nuevas situaciones emergen de las formas potentes de observar y de las experiencias previas [traducción mía] (p. 3).

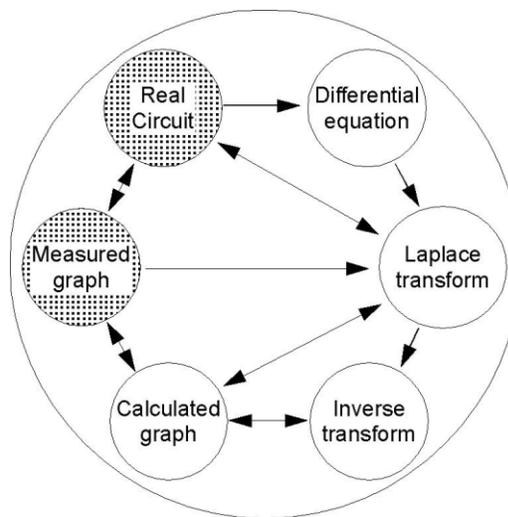
Desde el punto de vista de la teoría de la variación de Marton, et al. si se desea estudiantes hábiles, estos deben desarrollar ciertas formas potentes de observar y experimentar, pues estas serán las herramientas con las que observen el mundo. Los estudiantes deben desarrollar capacidades potentes para observar y discernir los aspectos o eventos que varían en un fenómeno. Para la teoría de Marton, et al. el patrón de variación inherente a la situación de aprendizaje es fundamental para el desarrollo ciertas habilidades (Carstensen & Bernhard, 2007, p. 3). Según Marton, et al. los siguientes patrones de variación pueden ser identificados: contraste, generalización, separación y fusión. Solo las experiencias diferentes permiten apropiarse cada uno de los patrones.

En cuanto al espacio de aprendizaje Marton et al. señalan que “El espacio de aprendizaje nos dice lo que es posible aprender en una cierta situación [desde el punto de un objeto particular de la educación]. ... El espacio de aprendizaje... es... un espacio experimental (vivencial)” [traducción mía] (p. 3).

El trabajo de Carstensen et al. (2007) se enfocó en la implementación de dos laboratorios diferentes para la comprensión de la respuesta transitoria. Los laboratorios fueron parte del curso de teoría de circuitos eléctricos para estudiantes de ingeniería de primer año (segundo semestre) de una universidad Sueca. Este estudio hace parte de una larga investigación programada.

En la figura 15 se presenta un modelo para el aprendizaje de un concepto complejo, desarrollado por Carstensen et al. (2007). Los autores de este trabajo mencionan que el modelo propuesto fue elaborado a partir de las preguntas formuladas por los estudiantes durante el desarrollo de los laboratorios y la actividad grabada en audio y video de las acciones de los estudiantes en estos. Además, plantean que el conocimiento es construido por ambas piezas del aprendizaje: islas (los diferentes conceptos implicados) y enlaces explícitos (relaciones entre los diferentes conceptos); entre mayor enlaces mayor será el conocimiento que se construya.

Figura 15. Modelo para el aprendizaje de un concepto complejo



*OUR MODEL OF THE LEARNING OF A COMPLEX CONCEPT USED TO ILLUSTRATE THE INTENDED OBJECT OF LEARNING IN THE TRANSIENT LAB. THE GREY CIRCLES ARE ANALYTICALLY ATTRIBUTED TO THE OBJECT/EVENT WORLD AND THE OTHER CIRCLES REPRESENT THE THEORY/MODEL WORLD.*

Fuente: gráfico tomado del trabajo de Carstensen, et al., 2007, p. 4.

Las islas punteadas, circuito práctico y gráfica de los datos experimentales, representan el mundo de los objetos y los eventos. Las islas sin puntear, ecuación diferencial, transformada de Laplace, transformada inversa de Laplace y gráfica analítica representan el mundo de la teoría y los modelos.

El modelo puede ser usado para analizar los vínculos previstos (planificados para el proceso de enseñanza-aprendizaje), o los enlaces efectivamente realizados por los estudiantes, es decir el modelo permite evaluar el alcance de los objetivos planeados para la práctica de laboratorio y los logros reales alcanzados por los estudiantes.

En la figura 16 se presenta la organización general de los cursos experimentados en el año 2002 y 2003.

Figura 16. Organización general del curso de teoría de circuitos eléctricos, estudio Carstensen, et al.

TABLE 1  
THE GENERAL ORGANISATION OF THE ELECTRIC CIRCUIT THEORY COURSE IN 2002

Format (2002)	# times	Length (h)	Total # hours	Nominal # students
Lecture	12	2	24	60
Problem-solving	20	2	40	30
Lab	13	2 (for 2 labs: 4h)	30	15
Total # hours for each student			94	

TABLE 2  
THE GENERAL ORGANISATION OF THE ELECTRIC CIRCUIT THEORY COURSE IN 2003

Format (2003)	# times	Length (h)	Total # hours	Nominal # students
Lecture	13	2	26	60
Integrated problem-solving labs	13	4	52	15
Total # hours for each student			78	

Fuente: tablas tomadas del trabajo de Carstensen, et al., 2007, pp. 4-5.

De la figura 16 es importante hacer notar que en la organización del curso de 2003 se integró las sesiones de laboratorio a las sesiones de solución de problemas, según los autores esto da a los estudiantes nuevas formas de manejar el tema ya que están en posibilidad de construir la teoría en el laboratorio sin acudir a los

apuntes de clase. Igualmente se observa una reducción de 16 horas en la intensidad del curso. Los autores de la investigación también señalan que todas las instrucciones del laboratorio fueron reescritas y los problemas propuestos fueron rediseñados a la luz de la teoría de la variación (p. 6).

En la figura 17 se observa distintas tareas que son posibles de proponer a partir del modelo para el aprendizaje de un concepto complejo.

Figura 17. Diferentes tareas a partir del modelo para aprendizaje de un concepto complejo

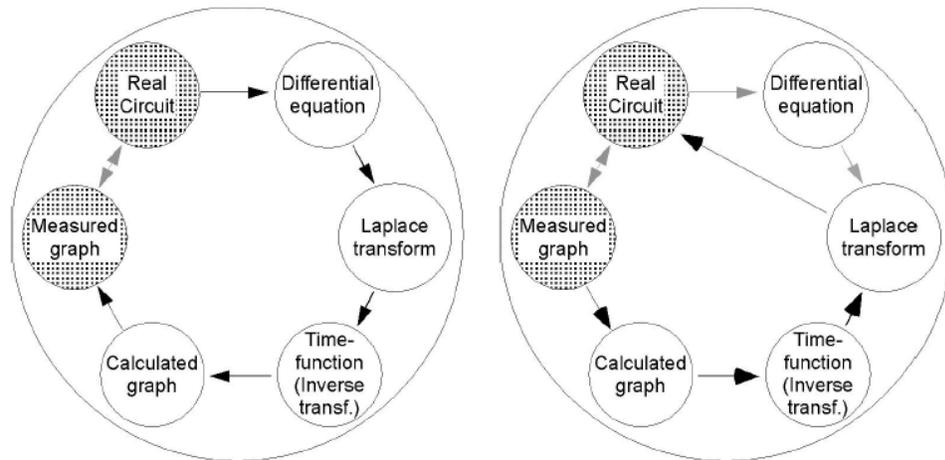


FIGURE 4  
ANALYSIS OF DIFFERENT TASKS (INTENDED OBJECT OF LEARNING) IN THE  
LAB-INSTRUCTIONS (SEE TEXT) IN LIGHT OF OUR MODEL (SEE FIGURE 2) OF  
THE LEARNING OF A COMPLEX CONCEPT

Fuente: gráfico tomado del trabajo de Carstensen, et al., 2007, p. 6.

Algunas de las conclusiones del trabajo de Carstensen et al., son:

Integrar la sesión de laboratorio con la de resolución de problemas da a los estudiantes nuevas formas para manejar los objetos de estudio de la materia. El conocimiento matemático se contextualiza en el laboratorio.

Los estudiantes cambiaron el enfoque del trabajo de laboratorio, cambiaron del enfoque sobre que reportar en los informes a lo que hay por aprender, por ejemplo hacer enlaces entre todos los componentes del círculo en nuestro modelo (2007, p. 10).

Sin un cuidadoso análisis de los cursos, de la educación, no es posible observar si el objeto de aprendizaje planteado realmente se ha convertido en un objeto de aprendizaje efectivamente alcanzado por los estudiantes. (...) Nuestros resultados indican que el uso de la teoría de la variación es útil en el diseño y mejora de ambientes de aprendizaje (*Ibid*).

Nuestros resultados reafirman que los enlaces entre el mundo de los objetos/eventos y el mundo de la teoría/modelos tienen que ser hechos explícitos en el trabajo de laboratorio (*Ibid*).

Entre los aportes del trabajo de Carstensen et al. (2007) para el desarrollo de la labor docente en el área de circuitos, cabe mencionar: primero, el docente puede rediseñar cuidadosamente los ejercicios tradicionalmente presentados en los textos de circuitos eléctricos para posibilitar su montaje práctico y permitir que el estudiante compare y analice los resultados experimentales, analíticos (o de papel) y los obtenidos en la simulación. Segundo, uno de los objetivos importantes de un educador es ayudar a los estudiantes a adquirir un "entendimiento funcional" de la materia y tercero, el docente debe hacer lo posible para que los alumnos desarrollen una cierta forma de observación y experimentación que los conduzca a organizar su aprendizaje.

Retomando nuevamente a Marton et al. (citado en Carstensen, et al., 2007) es muy importante que el profesor este en capacidad de llevar a sus estudiantes tareas que señalen las características críticas del objeto de aprendizaje, teniendo en cuenta que han de ser previamente presentadas a los estudiantes (p. 9). Lo anterior, permite al estudiante participar del diseño de la experiencia práctica realizando cálculos matemáticos y/o modificando los parámetros inicialmente dados para obtener una señal específica o una cantidad eléctrica específica.

## 4. PLANTEAMIENTO, DESARROLLO Y RESULTADOS

### 4.1 PLANTEAMIENTO

Con base en el marco teórico construido (capítulo 2) y el estado del arte (capítulo 3) se pueden asumir diferentes propuestas para dar respuesta a la pregunta planteada al presentar el problema de investigación: ¿Qué tipo de intervención (acción-mediación) pedagógica contribuye a la construcción y aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura de circuitos eléctricos I del programa de ingeniería electrónica de la Uptc? A continuación se presenta la hipótesis, los objetivos, y la metodología planteada para el presente proyecto.

#### 4.1.1 HIPÓTESIS

La implementación de criterios pedagógicos y estrategias didácticas en la asignatura circuitos I, del programa de ingeniería electrónica de la Uptc, favorece la construcción y aprehensión significativa de los conceptos de esta área.

#### 4.1.2 OBJETIVOS

□ Objetivo general. Aplicar criterios pedagógicos y estrategias didácticas para la aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura de circuitos I del programa de ingeniería electrónica de la Uptc.

□ Objetivos específicos

- Establecer criterios pedagógicos que favorezcan la construcción y aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura circuitos I.
- Seleccionar y aplicar estrategias didácticas con base en los criterios establecidos.
- Evaluar los efectos de la aplicación de esta intervención pedagógica.

#### 4.1.3 METODOLOGÍA

El problema de investigación planteado implicó en la etapa inicial un estudio “ex post facto” y en su culminación un estudio cuasi-experimental; estos estudios se

apoyaron en la aplicación de las técnicas y métodos propios de la metodología cualitativa y cuantitativa.

Para alcanzar el primer objetivo específico, se integró marco teórico, estado del arte y los resultados del trabajo de campo. Por lo que se refiere al trabajo de campo se hizo necesario diseñar, pilotear y aplicar una encuesta a estudiantes y docentes del programa de ingeniería electrónica de la Uptc, para dar cuenta de manera más precisa del problema en estudio, de las variables que probablemente han causado la notable repitencia de la asignatura. Con el objetivo de conocer la postura que tienen los cuatro docentes que dirigieron los cursos de la asignatura de circuitos eléctricos I en el periodo seleccionado para este estudio, II semestre de 2005 a II semestre de 2011, se aplicó en junio de 2012 una encuesta, presentada en el Anexo B, a los ingenieros Esp. Ms. Oscar Rodríguez Díaz, Ms. Oscar Higuera Martínez, Ms. Jorge Julián Moreno Rubio y Ángel Rafael López Corredor, al ingeniero Ángel se aplicó la encuesta vía telefónica.

Establecidos los criterios pedagógicos, y orientado por estos, se avanzó al desarrollo del segundo objetivo específico. Se inició con la lectura del Plan académico educativo (PAE) del programa de ingeniería electrónica de la Uptc Facultad Sede Sogamoso, específicamente con lo concerniente a las competencias propuestas, las estrategias metodológicas y el contenido programático de la asignatura de circuitos eléctricos I. Con base en lo visto en el PAE, se planificó contenidos, competencias, procedimientos y recursos que permitían desarrollar en la práctica los criterios pedagógicos enunciados, elementos que se recogieron en un microcurrículo. Dentro de los recursos se diseñó una prueba de entrada -una prueba diagnóstica- para determinar los preconceptos con los que ingresan a la asignatura los estudiantes. A la luz de los criterios pedagógicos construidos, se diseñaron: cuatro guías de práctica de laboratorio, que proponen acciones que favorecen el aprendizaje significativo; y problemas para el análisis de circuitos eléctricos.

El alcance del tercer objetivo específico estuvo supeditado al desarrollo del microcurrículo propuesto, que implicaba la aplicación de los procedimientos y recursos diseñados, y a la observancia de las orientaciones establecidas por los criterios pedagógicos. Se inició con la aplicación de la prueba de entrada a los estudiantes de la Uptc Sogamoso y de Uniminuto sede principal, que inscribieron la asignatura para el I semestre de 2013. También, el docente a cargo de la asignatura de circuitos eléctricos I del programa de ingeniería electrónica en la sede principal de la Uptc, mostró interés por aplicar la prueba de entrada y parcialmente algunos recursos. Luego, se analizó cuantitativamente y cualitativamente las respuestas de las pruebas de entrada, los resultados fueron enviados a los docentes respectivos. En un curso de circuitos DC de Uniminuto sede principal, la propuesta se aplicó en su totalidad y en el curso de circuitos I del programa de Sogamoso parcialmente, pues hubo cambios de docente y no se transfirió de uno a otro la metodología socializada; además, como explicó el

director del programa de Ingeniería electrónica no se aplicó en su totalidad la propuesta porque “el plan de estudios de ingeniería electrónica fue modificado por resolución el año (2011), y la asignatura de circuitos I figura con tres créditos, metodología presencial de cuatro horas puramente teórico, entonces, para que nosotros podamos implementar los laboratorios tendríamos que modificar la resolución del consejo académico, lo cual tiene un proceso de aproximadamente un año... por circunstancias más reglamentarias no solo en la parte del número de horas presenciales del estudiante sino también del docente... nos hemos limitado en la aplicación de la propuesta”. Para evaluar los efectos finales se revisó las respuestas de los estudiantes a la sección *jactiva tus ideas!*, una actividad propuesta en cada guía de práctica de laboratorio, se entrevistó a docentes y estudiantes para conocer su opinión sobre los beneficios y dificultades que observaron con el desarrollo de la presente intervención pedagógica, y se comparó con respecto a los semestres anteriores el porcentaje de repitencia generado con la aplicación parcial o total de la presente propuesta.

En la figura 18, se expone de manera gráfica las etapas del proceso de investigación y los resultados obtenidos en cada una de ellas. En la figura 19 se presenta las fases y tiempos empleados para el desarrollo del proyecto.

Figura 18. Etapas y resultados proceso de investigación

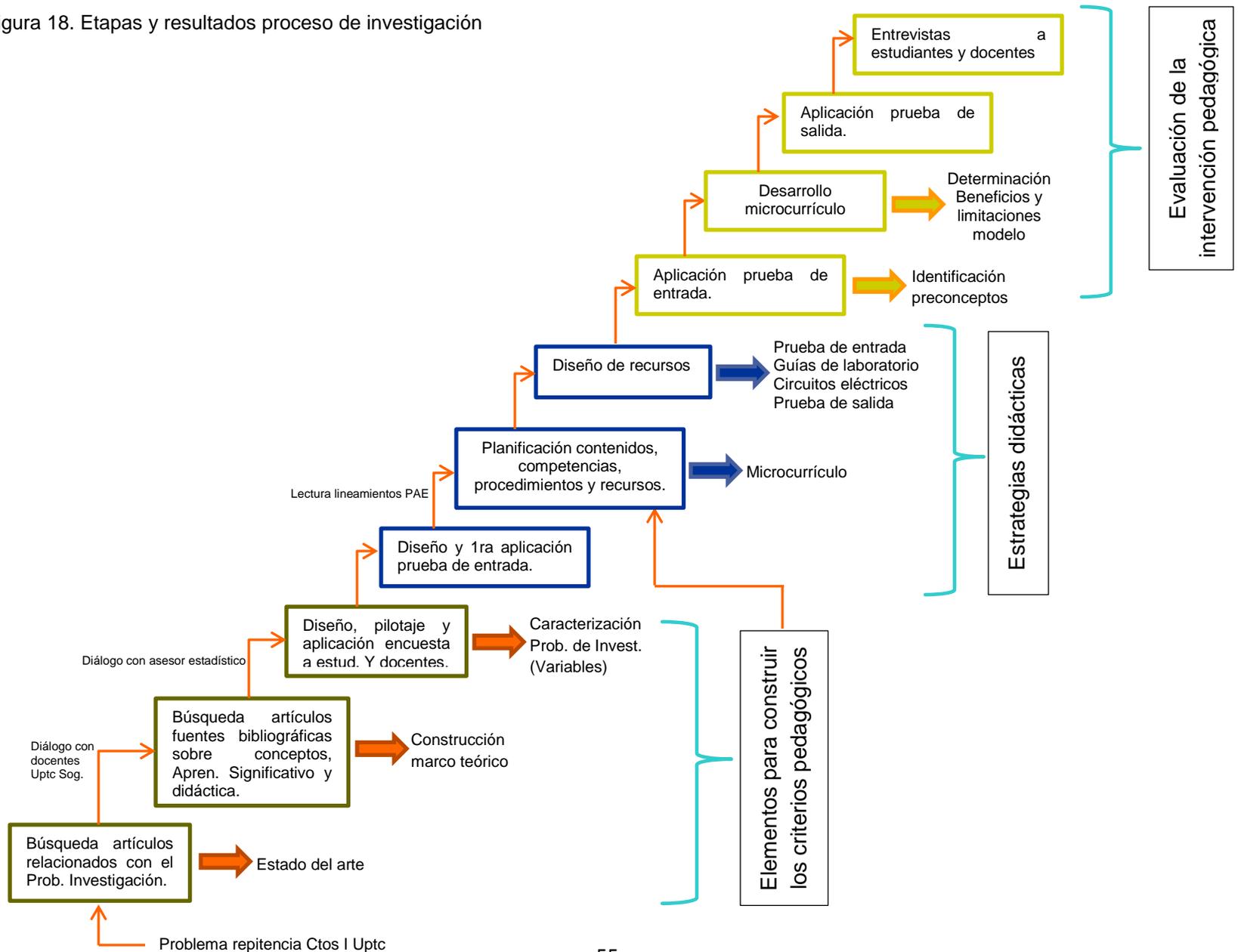


Figura 19. Fases y tiempos empleados para el desarrollo del proyecto

Fase	Tiempo Año Mes	2009			2010			2011			2012			2013		
		Jul-Agos	Sept-Oct	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr	May-Jun	Jul-Agos	Sept-Oct	Nov-Dic	May-Jun	Jul-Agos	Sept-Oct	Nov-Dic	Ene-Feb	Mar-Abr
Búsqueda de artículos relacionados con el Problema de investigación.		■			■					■				■		
Reconstrucción y redacción del estado del arte			■			■						■				
Búsqueda de artículos y libros relacionados con teoría de conceptos, aprendizaje significativo y didáctica.				■	■			■					■			
Construcción del marco teórico						■			■					■		
Elaboración de la propuesta de investigación y prediseño de instrumentos							■									
Socialización de avances del proyecto Uptc							■					■		■		
Actualización datos Problema de investigación y reajuste de encuesta para docentes y estudiantes.								■								
Establecimiento de criterios pedagógicos									■				■			
Aplicación y análisis prueba piloto estudiantes y cálculo tamaño de muestra										■						
Aplicación y análisis encuesta a docentes y estudiantes										■	■		■			
Diseño, aplicación y análisis prueba de entrada											■			■		
Diseño microcurrículo y guías de práctica de laboratorio												■	■			
Selección y diseño (rediseño) de circuitos eléctricos a trabajar en la asignatura														■	■	
Aplicación de la estrategia didáctica definida														■	■	■
Evaluación de los efectos de la aplicación de la estrategia didáctica															■	■
Redacción del informe final																■

## 4.2 DESARROLLO Y RESULTADOS

Se inicia este subcapítulo con la presentación de los resultados de la encuesta aplicada a los cuatro docentes que dirigieron los cursos de la asignatura de circuitos eléctricos I en el periodo seleccionado; los resultados obtenidos a partir de las respuestas son los siguientes:

a) Los cuatro docentes manifiestan haber dirigido los cursos estando vinculados como docentes de tiempo completo y con una carga para actividades de docencia comprendida entre 12 y 16 horas, correspondiente a la dirección de tres o cuatro asignaturas diferentes.

b) La figura 20 permite conocer los recursos pedagógicos empleados por los docentes, siendo común para los cuatro docentes la presentación y desarrollo de ejercicios en clase, los espacios para tutorías presenciales -“trabajo individual con cada estudiante” (López, A.)-, y el planteamiento de talleres con ejercicios para solucionar en casa ó en clase. Como indican los docentes no se desarrollan prácticas de laboratorio, y de los cuatro docentes uno expresa haber incluido en sus cursos actividades de simulación de circuitos.

c) Las causas por las cuales los estudiantes pierden la asignatura, desde el punto de vista de los docentes, se presentan en la tabla 10. Como se observa por las respuestas de los docentes son tres las causas comunes señaladas: primera, es la primera asignatura del área disciplinar; segunda, los estudiantes tienen dificultades con relación a conceptos del álgebra, de la aritmética y de ecuaciones diferenciales, y tercera hace falta trabajo independiente de parte del estudiante.

Figura 20. Frecuencia de empleo de recursos pedagógicos de parte del docente

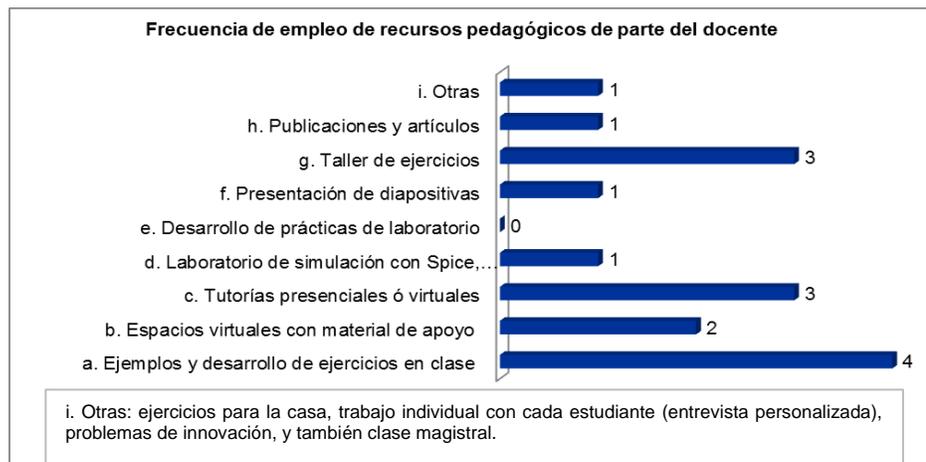


Tabla 10. Causas que exponen los docentes a la pérdida de la asignatura

Docente	Causas de la pérdida de la asignatura
D1	*Porque es una asignatura con un alto contenido de análisis. *Porque algunos estudiantes no dedican el tiempo suficiente al estudio de la asignatura.
D2	*Asimilación de conceptos de algebra lineal y aritmetica *Es el primer curso disciplinar *Miedo al curso por los antecedentes de los compañeros
D3	*Primera asignatura que el estudiante recibe del área (cambio) *Alta carga academica que el estudiante se compromete a tomar. *Motivación para cursar asignaturas
D4	* "Yo siempre dije que la principal y por lo menos conmigo es porque nuestro sistema educativo no nos ha enseñado a pensar sino a repetir". * La otra se responde con un ejemplo, "yo les doy la clase de natación, extraordinaria y me tiro y les hago la demostración, chinos será que ustedes aprenden a nadar sino se tiran al agua; falta de trabajo individual" * Hay otra variable, se requiere ecuacuiones diferenciales pero hay un manejo deficiente en contenidos previos en el area de matemáticas.

d) En cuanto al tiempo promedio dedicado por parte del docente a la preparación de una sesión de clase o la elaboración de material nuevo, dos de los docentes exponen que dedican entre una y dos horas, y los dos restantes entre dos y tres horas. El Ing. López, aclara que en realidad este tiempo depende de la experiencia que tenga el docente dictando la asignatura.

e) Con respecto a los recursos para la valoración del aprendizaje, presentados en la figura 21, se observa que los cuatro docentes aplican parciales, tres docentes tienen en cuenta el desarrollo de tareas y trabajos, dos de ellos estiman la participación en clase y aplican quizzes, y solo un docente de manera particular valora también el aprendizaje del estudiantes con evaluaciones orales. Comparando la figura 20 y 21, se deduce que el docente que incluye trabajos de simulación como recurso pedagógico no lo tiene en cuenta como ítem para valorar el aprendizaje del estudiante.

f) A la pregunta ¿Cuántos estudiantes normalmente le pierden la asignatura de circuitos I? bajo la consideración de un grupo de 30 estudiantes, dos docentes respondieron que entre 10 y 15 (33.33% - 50%), un docente respondió que entre 5-10 (16,66% - 33.33%), y el docente restante que más de 15, específicamente según la entrevista realizada, aprueba la asignatura un 40%, cinco estudiantes que la cursen por primera vez y siete que la estén repitiendo.

g) Los conceptos que los docentes consideran que más se le dificulta aprender al estudiante, se presentan en la tabla 11. En la tabla se observa que tres de los cuatro docentes mencionan la dificultad de los estudiantes para comprender las

leyes de Kirchhoff, y en cierta forma cada uno revela la dificultad de los estudiantes para comprender los conceptos básicos de las cantidades eléctricas.

Figura 21. Frecuencia de recursos para la valoración del aprendizaje

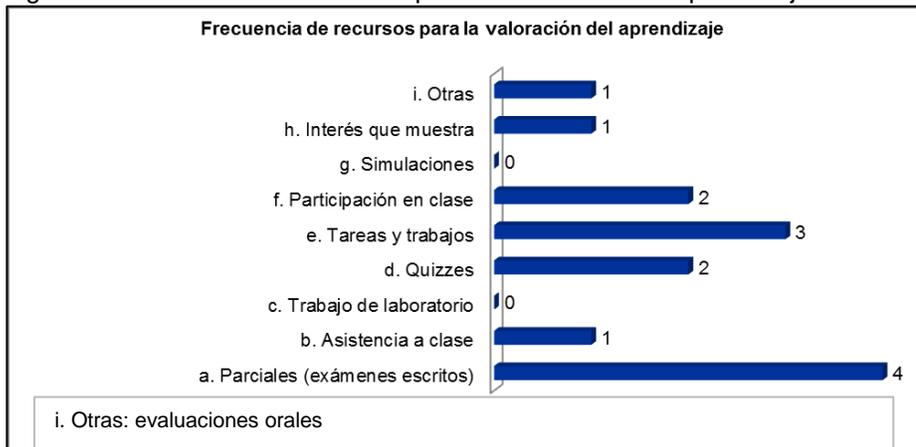


Tabla 11. Conceptos que más se le dificulta aprender al estudiante

Docente	Conceptos que más se le dificulta aprender al estudiante
D1	*Concepto de potencial eléctrico *Aplicación de las leyes de Kirchhoff
D2	*Análisis de Mallas y Nodos *Leyes de Kirchhoff *Análisis topológico
D3	*Potencia eléctrica *Energía y señales variantes en el tiempo *Thévenin y Norton
D4	*Las leyes básicas (Ohm - Kirchhoff) *Los principios: conservación de la carga y la energía *Manejo matemático

h) En relación a cinco ítems que puede tenerse en cuenta al momento de explicar o presentar un tema de circuitos eléctricos, tres de los docentes dan el primer lugar de importancia a la presentación de las definiciones de conceptos y principios, para el docente restante lo más importante son los modelos matemáticos y su solución. El orden establecido por cada docente se presenta en la tabla 12.

i) Las respuestas a la pregunta ¿Qué sugerencia propone usted para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura circuitos I?, se exponen en la tabla 13. Como se observa cada docente tiene su visión y no se comparte un punto de vista concreto, siendo los dos más cercanos las necesidades de un trabajo más intensivo con cada estudiante y de aprendizaje autónomo.

Tabla 12. Orden de importancia ítems al momento de explicar un tema

Docente \ ítem	a. La técnica de resolución	b. La aplicación práctica	c. Los ejemplos y la resolución de problemas	d. Definición de conceptos y principios	e. Los modelos matemáticos y su solución
D1	3	5	4	1	2
D2	4	2	3	1	5
D3	5	3	2	1	4
D4	3	5	4	2	1

Tabla 13. Sugerencias de los docentes de la asignatura circuitos eléctricos I

Docente	Sugerencias de los docentes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje
D1	*Talleres sobre comprensión de lectura *Talleres sobre resolución de problemas de análisis
D2	Enfocarse en la conceptualización necesaria del curso
D3	*Buscar motivación, ejemplo enseñanza con juegos; y aprendizaje autónomo.
D4	**"Yo si tendría como muchas propuestas, lo que pasa es que en eso hay muchas reacciones de los maestros... una propuesta mía es que se avance en un sistema enseñanza-aprendizaje semipersonalizado, vale decir, un trabajo intensivo con cada estudiante... ese aprendizaje es muy significativo". **"Mayor interacción con el estudiante, que la clase magistral debe ser para la explicación de los conceptos fundamentales."

Por lo que se refiere a las encuestas a estudiantes, se acudió a los conceptos básicos de estadística para dividir en seis estratos el periodo en estudio, y utilizar muestreo estratificado por las siguientes razones:

a) La población en estudio es heterogénea, debido a que los cursos de circuitos eléctricos I fueron dirigidos por docentes diferentes, lo cual implicó metodologías distintas. A esto se suma que en el año 2008, fue necesario abrir dos cursos, cada uno con su respectivo docente.

b) Hay un elemento que conduce a una cierta uniformidad y es que, por lo general, los docentes dirigieron la asignatura de circuitos eléctricos I por un año. Lo anterior posibilita tener estratos (clases) con elementos semejantes como metodología y sistema de evaluación.

c) A partir de los datos de la tabla 5 (pág. 14) se observa que se puede asociar al año lectivo dos semestres con similar número de estudiantes inscritos (excepto los dos semestres de 2011), y con porcentajes de repitencia cercanos (excepto los dos semestres de 2008). Aunque por información del director del programa de ingeniería electrónica se conoce que en el II semestre de 2008 la "Universidad permitió que los estudiantes cancelaran una asignatura máximo en la semana 16, lo que se tradujo en que ellos cancelaran la asignatura ya cuando sabían que la perdían" (Ing. Higuera).

En síntesis se tienen subpoblaciones (estratos) donde cada una tiene unidades muestrales que comparten características, y por consiguiente se tienen estratos que tienden a ser diferentes entre sí. Lo anterior llevo a dividir el periodo en estudio en seis estratos como muestra la tabla 14.

Tabla 14. Distribución por estratos de la población en estudio

ESTRATO	SEMESTRES	Número de unidades muestrales por estrato
1	II sem 2005 - II sem 2006	56
2	I sem 2007 - II sem 2007	59
3	I sem 2008 - II sem 2008	21
4	I sem 2009 - II sem 2009	57
5	I sem 2010 - II sem 2010	50
6	I sem 2011 - II sem 2011	39
	<b>Tamaño de la población</b>	<b>282</b>

El número de unidades muestrales por estrato se obtuvo de la revisión semestre por semestre del número de estudiantes que inscribieron y cursaron por primera vez la asignatura. Por ejemplo, de los 109 estudiantes que cursaron la asignatura en el año 2007, 59 estudiantes la inscribían por primera vez. Por lo cual la población que corresponde a este estudio, suprimiendo el total de veces en que fue cursada en varias oportunidades, es de 282 estudiantes distribuidos por estratos como lo indica la tabla 14.

Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la encuesta, presentada en el Anexo C, a cinco estudiantes por estrato. De los 30 estudiantes encuestados, 23 (77%) pertenecen al género masculino y siete (23%) al femenino. Un 54% de estudiantes (16) aprobaron la asignatura al cursarla por primera vez. De los 12 estudiantes con conocimientos previos en circuitos eléctricos, nueve (76%) consideraron bajo el nivel de contribución de estos conocimientos previos para cursar la asignatura circuitos I. El 47% de estudiantes dedicó entre una y tres horas a la semana al estudio de la asignatura circuitos I; un 43 % dedico entre tres, cuatro ó más horas. El 63% de estudiantes de la prueba piloto mencionan haber puesto un grado de interés alto en la asignatura, los restantes un nivel de interés medio. El 57% de estudiantes considero el sistema de evaluación bueno. Un 33% lo consideran regular. Finalmente en este breve resumen de los resultados de la prueba piloto, vale mencionar que los estudiantes consideran como lo más importante en su proceso de aprendizaje la definición de conceptos y los principios, y reconocen con un bajo nivel de importancia la aplicación práctica que pueda tener un tema tratado.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se centró la atención inicialmente sobre las respuestas a las preguntas 5 y 7, resultados que se pueden observar en las

tablas 15 y 16 respectivamente, finalmente se calculó el tamaño de la muestra teniendo en cuenta solo las respuestas al ítem “Buena” de la pregunta 7. Por lo anterior, se formuló el siguiente enunciado: para tener una idea de la opinión de los estudiantes en cuanto a la metodología de la asignatura de circuitos eléctricos I, se desea seleccionar una muestra entre los seis estratos para estimar la proporción de estudiantes que consideran buena la metodología de la asignatura.

Tabla 15. Resultados pregunta 5 prueba piloto

5. Según su opinión, usted diría que la asignatura circuitos I es:					ESTRATO
Demasiado práctica	Mas práctica que teorica	Sin orientación	Más teorica que práctica	Demasiado teorica	SEMESTRE QUE CURSO CTOS DC
0	0	20%	40%	40%	II SEM 2005, II SEM 2006
0	0	0	40%	60%	I SEM 2007, II SEM 2007
0	0	0	40%	60%	I SEM 2008, II SEM 2008
20%	0	0	40%	40%	I SEM 2009, II SEM 2009
0	0	0	40%	60%	I SEM 2010, II SEM 2010
0	0	0	0	100%	I SEM 2011, II SEM 2011

Tabla 16. Resultados pregunta 7 prueba piloto

7. ¿Cómo definiría usted la metodología de enseñanza utilizada en la asignatura circuitos I?					ESTRATO
Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala	SEMESTRE QUE CURSO CTOS DC
0	20%	40%	40%	0	II SEM 2005, II SEM 2006
0	20%	60%	20%	0	I SEM 2007, II SEM 2007
0	100%	0	0	0	I SEM 2008, II SEM 2008
0	20%	80%	0	0	I SEM 2009, II SEM 2009
60%	20%	20%	0	0	I SEM 2010, II SEM 2010
0	80%	20%	0	0	I SEM 2011, II SEM 2011

Los datos indispensables para el cálculo del tamaño de la muestra, utilizando muestreo estratificado con asignación proporcional, se presentan en la tabla 17.

Tabla 17. Información y resultados tamaño de muestra con asignación proporcional

Para calculo de la muestra				Resultados tamaño de la muestra		
ESTRATO	Número de unidades muestrales por estrato	PREGUNTA 7 % RTA "BUENA"	Proporciones por estrato para ítem pregunta 7	n=82,24		
1	N1=56	20%	P1=0,2	n1	16,28368794	15
2	N2=59	20%	P2=0,2	n2	17,15602837	17
3	N3=21	100%	P3=1	n3	6,106382979	7
4	N4=57	20%	P4=0,2	n4	16,57446809	17
5	N5=50	20%	P5=0,2	n5	14,53900709	15
6	N6=39	80%	P6=0,8	n6	11,34042553	11
	Tamaño de población N=282	Error de estimación B=0,07	Distribución normal (Nivel de confianza 95%) K=1,96			82

La fórmula para determinar el tamaño de la muestra, se presenta en la ecuación 1; calculado el tamaño de la muestra se empleó la ecuación 2 para distribuirla proporcionalmente al tamaño de los estratos.

$$n = \frac{\sum_{h=1}^L N_h p_h q_h}{N \frac{B^2}{K^2} + \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L N_h p_h q_h} \quad Ec. 1$$

$$n_h = n \frac{N_h}{N} \quad Ec. 2$$

Conocido los tamaños de muestra por cada estrato se aplicó la encuesta a los 82 estudiantes del programa obteniendo los resultados que siguen:

En la figura 22 se observa que de la población encuestada el 80% corresponde al género masculino y el 20% al femenino. Además, se evidencia nuevamente el fenómeno que ha dado origen al problema de investigación, ya que solo el 40% de los estudiantes encuestados aprobaron la asignatura al cursarla por primera vez. De los 34 estudiantes con conocimientos previos en circuitos eléctricos, veintiuno (62%) consideraron bajo el nivel de contribución de estos conocimientos previos para cursar la asignatura circuitos I, siete (21%) lo estimaron alto (grado 5, 6, 7) y seis (18%) consideraron que el nivel de contribución de los conocimientos previos fue medio.

En la tabla 18 se presentan las principales dificultades que consideran los estudiantes enfrentaron al cursar la asignatura de circuitos I por primera vez. Estas dificultades se clasificaron por categorías, y por semejanza se asoció el número de respuestas a cada categoría.

Figura 22. Caracterización de la población estudiada

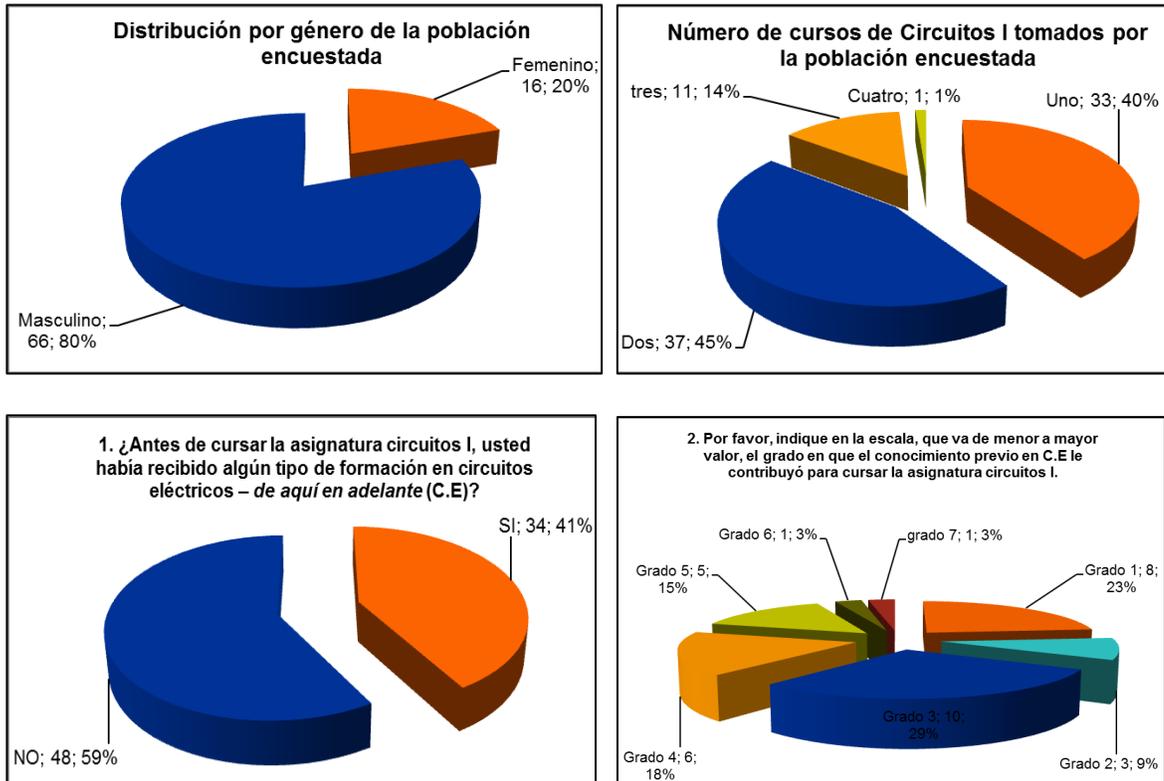


Tabla 18. Dificultades consideradas por los estudiantes al cursar la asignatura circuitos eléctricos I

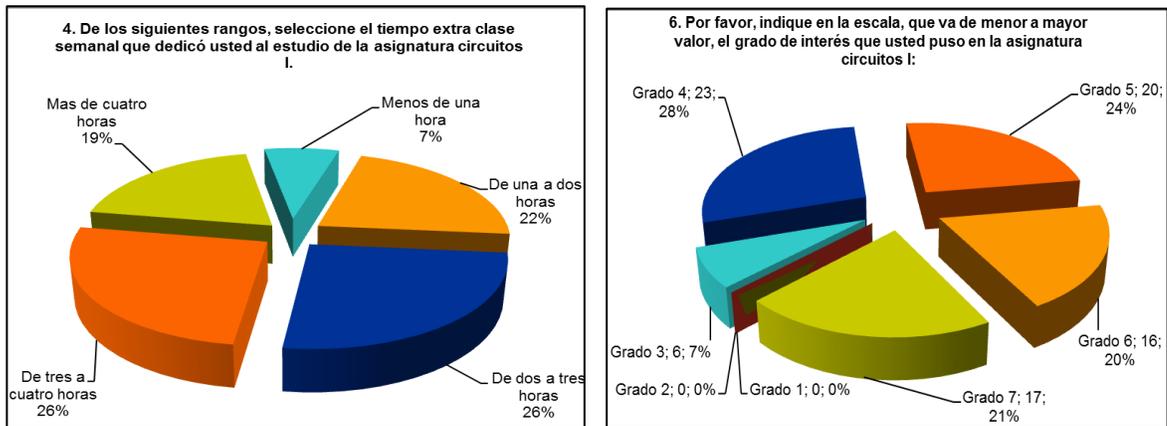
Indice categoria	CATEGORIA	Número de RTAS
a	NR (no responde)	56
b	Los temas de la asignatura	25
c	La pedagogía asignatura/ingeniero (solo se evaluó con parciales y largos, forma de calificar, forma de explicar).	22
d	Falta conocimientos previos (falta un curso introductorio a la asignatura)	19
e	Capacidad de análisis (dificultad interpretación de los circuitos, análisis con fuentes dependientes)	18
f	Comprensión conceptos de la asignatura (se parte de conceptos más complejos, si no se comprende lo básico se abandona el curso, falta claridad explicación conceptos)	17
g	Demasiada carga académica (inexperiencia en el manejo de la carga, falta tiempo para estudiar)	14
h	Dificultades matemáticas (resolución de sistemas de ecuaciones, falta conceptos matemáticos)	13
i	Fallas del docente (seguimiento, no profundización de los conceptos, falta espacio para preguntas, ejemplos básicos en clase)	10
j	Poca relación teoría-práctica (falta de comprensión practica, exceso de teoría, falta de laboratorios y simulaciones, falta ejemplos cercanos a la realidad)	10
k	Falta de dedicación a la asignatura como estudiantes (falta de disciplina)	8
l	Dificultad/complejidad de los parciales	6
m	Muchos temas/cantidad de temas	5
n	Ninguna	5
o	Falta método de estudio	5
p	Falta de interés al iniciar el curso, poco estímulo, poca motivación en la asignatura	5
q	Los cambio de docente, se hablada de otros temas	3
r	Falta de calculadora científica/mal uso de la calculadora	2
s	Grupo de estudio, Horario muy tarde	2
t	La mediocridad del bachillerato	1
	<b>TOTAL</b>	<b>246</b>

En la tabla 18, el número alto de NR (no responde) corresponde a los espacios en blanco dejado por los estudiantes en alguno de los tres espacios asignados para las respuestas. Se advierte que los nombres de las categorías que se toman en los resultados que se presentan en este trabajo, se han tomado estrictamente de las palabras de los estudiantes, dejando inclusive los errores ortográficos.

Como se observa en la tabla 18, las dificultades que manifiestan los estudiantes están asociadas por una parte a la naturaleza de la misma asignatura (categorías b, d, e, f, j y m), por otra asociadas a lo que llaman los estudiantes la pedagogía del curso o del ingeniero (categorías c, i, l, p, q) y en tercer lugar asociadas a condiciones particulares (g, h, k, o, r, s, t).

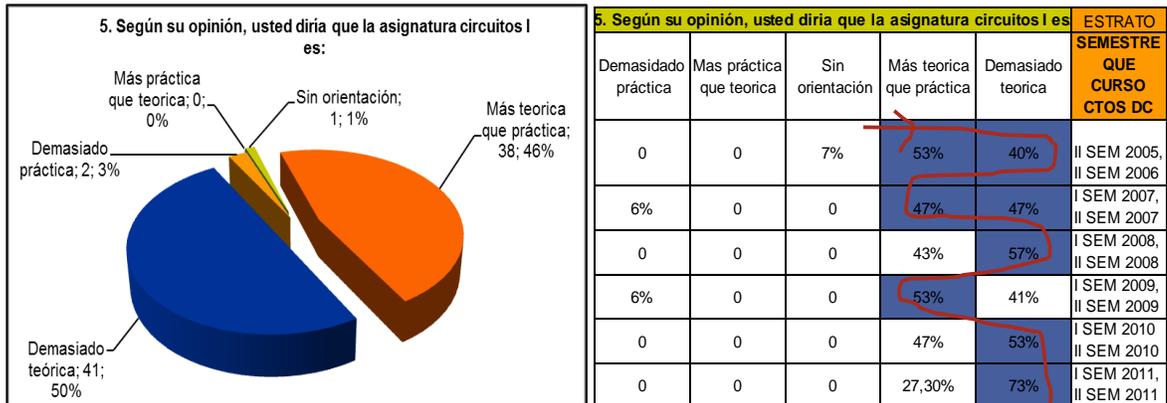
En la figura 23, se puede observar la distribución de las respuestas en cuanto al tiempo extra clase semanal dedicado a la asignatura y al interés dado a la misma cuando fue cursada por primera vez. Se advierte que el 71% de los estudiantes dedicó entre tres, cuatro ó más horas a la semana al estudio de la asignatura circuitos I. Por su parte el 65% de estudiantes encuestados mencionan haber puesto un grado de interés alto en la asignatura, y solo un 7% de estudiantes un nivel de interés bajo.

Figura 23. Respuesta de los estudiantes a las preguntas 4 y 6



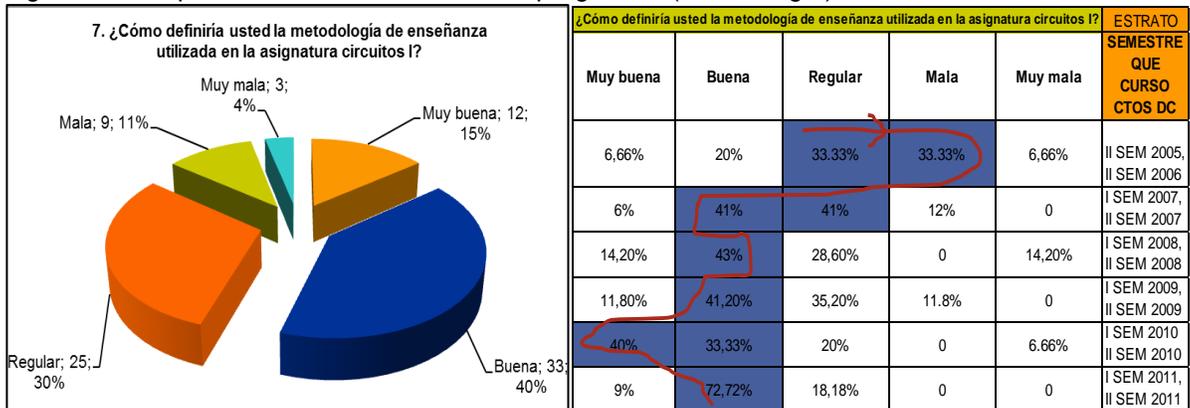
A la pregunta por el desarrollo teórico-práctico de la asignatura, las respuestas de los estudiantes, presentadas en la figura 24, se concentran en un 96% en asegurar que la asignatura que cursaron fue más teórica que práctica, y demasiado teórica. Vale decir que los estrato 4 y 5 consideran con una tendencia menos teórica la asignatura; también se observa que tanto en la prueba piloto como en la encuesta el estrato 6 marca una tendencia en ver la asignatura demasiado teórica. Se aclara que algunos cursos realizaron prácticas de laboratorio al semestre siguiente, pero no del todo asociadas con los temas de circuitos eléctricos en DC.

Figura 24. Respuesta de los estudiantes a la pregunta 5 (teoría-práctica)



Con respecto a la metodología de la asignatura, se presenta en la figura 25 la perspectiva de los estudiantes, para un 55% de los estudiantes la asignatura que cursaron por primera vez tuvo una buena ó muy buena metodología y para un 45% tuvo una metodología regular, mala ó muy mala. Los estratos 5 y 6 son reconocidos por tener una mayor aceptación en la metodología propuesta para la asignatura.

Figura 25. Respuesta de los estudiantes a la pregunta 7 (metodología)



Las justificaciones al porque consideran buena ó muy buena la metodología, y regular, mala, ó muy mala se presentan en las tablas 19 y 20 respectivamente. La tabla 19 revela que los estudiantes aprecian la exposición clara y ordenada de los contenidos, también se califica la metodología como buena y no como muy buena por la falta en la asignatura de prácticas de laboratorio, hay un estudiante que considero buena la metodología porque se centró la asignatura en los temas más importantes, y se revela un antecedente de uso del enfoque conceptual en la asignatura. Los estudiantes que consideraron la metodología como regular, mala,

ó muy mala, sustentan su respuesta, entre cosas, en las explicaciones confusas, el bajo nivel de los ejemplos presentados, la falta de práctica de laboratorio, la falta de acompañamiento docente y en la presentación de demasiada teoría.

Tabla 19. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran muy buena ó buena la metodología

Índice categoría	CATEGORIAS	Número de RTAS
a	Exposición de contenidos fue clara, varios ejemplos en clase	11
b	Buena metodología docente (orden y forma de ver los temas)	9
c	Buen docente	6
d	De acuerdo con la visión de la carrera	3
e	Buena explicación de ejemplos de nivel complejo	2
f	No había suficiente claridad en los conceptos	2
g	Falto más practica que teoría (Se deberían orientar laboratorios extraclase)	2
h	NR (No responde)	2
i	Desarrollo de talleres en clase	2
j	El centro fue los temas más importantes	1
k	Se cumplió con el contenido planteado	1
l	Los ejemplos fueron basicos	1
m	Enfoque asimilación conceptual	1
n	Se fundamenta en modelos matematicos	1
o	Fomento la consulta y el trabajo autonomo	1
<b>TOTAL</b>		45

Tabla 20. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran regular, mala ó muy mala la metodología

Índice categoría	CATEGORÍAS	Número de RTAS
a	Explicaciones confusas y ejemplos de bajo nivel	8
b	Falta claridad explicación de los conceptos	4
c	Falta de cercanía a la practica, lejos de lo practico (de la vida real)	3
d	Mal evaluada la asignatura (solo parciales, se evaluaban extravagancias, a veces parciales que eran para a otro grupo)	3
e	El docente asume un conocimiento previo	3
f	Falto acompañamiento docente	2
g	No había metodología en comparación con la existente en los textos de la asignatura	2
h	Demasiada teoría, mucho tema y explicado rapido	2
i	No responde	2
j	El docente no tenía una buena metodología. Enfoque no era el adecuado.	2
k	Se hablaban de temas diferentes a la asignatura	2
l	Falta de tiempo para consultas extra clase	1
m	¡El que entendió, entendió y sino ni vuelva!	1
n	Demorabamos mucho tiempo en los temas	1
o	Debe tomarse clases de simulación	1
<b>TOTAL</b>		37

Se preguntó también por el punto de vista que tienen los estudiantes con respecto al sistema de evaluación, los resultados son mostrados en la figura 26; como se evidencia el 57% de los estudiantes encuestados juzgan entre bueno y muy bueno el sistema de evaluación, entre otras cosas, porque se evaluó lo enseñado, hubo diversidad de modalidades de evaluación y consideran que los parciales son el medio para demostrar las destrezas del estudiante. El 43% de estudiantes que no juzgaron bueno el sistema de evaluación lo hacen sustentados en que solo se les evaluó con parciales, de alto grado de complejidad y calificados con rigurosidad. En las tablas 21 y 22 respectivamente se presenta todas las justificaciones al porque consideran bueno ó muy bueno el sistema de evaluación, y regular, malo, ó muy malo. El estrato 5 es reconocido por tener una mayor aceptación respecto al sistema de evaluación propuesto para la asignatura.

Figura 26. Respuesta de los estudiantes a la pregunta 8 (sistema de evaluación)

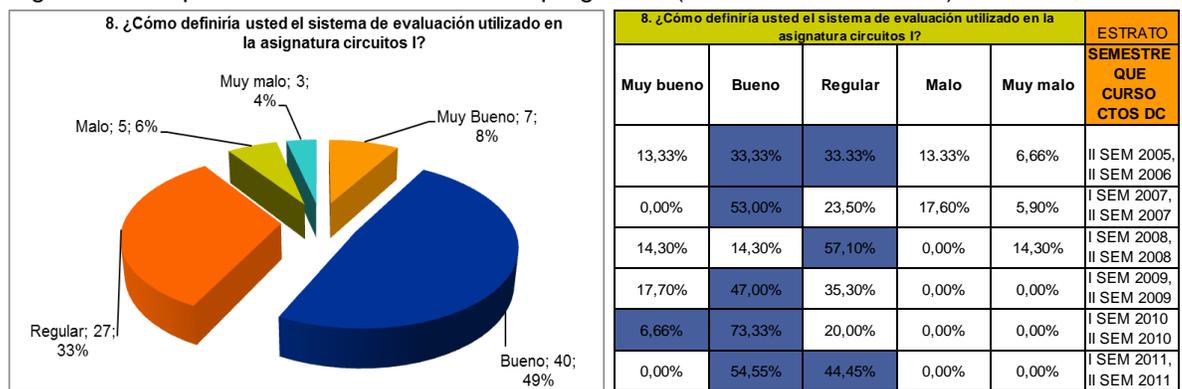


Tabla 21. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran muy bueno ó bueno el sistema de evaluación

Índice categoría	CATEGORÍAS	Número de RTAS
a	Se evaluó lo enseñado, lo visto en clase, parciales preguntaban lo que se explicaba	8
b	Diversas modalidades de calificación (parcial, talleres, interés por el curso)	6
c	Se evaluaron los temas básicos (los más importantes)	5
d	No responde	4
e	Parciales que evalúan la destreza del estudiante, las evaluaciones escritas son pruebas claras de evaluación	4
f	Falta aplicación práctica, ya que no posee prácticas, solo se evaluó con parciales	3
g	No se pondera bien respuesta y procedimiento	3
h	Se tuvo en cuenta procedimiento y respuesta, se tuvo en cuenta fortalezas/dificultades	2
i	Es exigente, el tema es acumulativo	2
j	Se evaluaron por igual todos los temas	1
k	En algunas ocasiones parciales largos	1
l	Apoyo en los parciales (respecto unidades)	1
m	La tecnología resolvía las ecuaciones complicadas	1
n	Casi todos perdían	1
o	Se evaluó cosas que no se ven	1
p	Falta dar incentivos al curso	1
q	Conceptos claros	1
r	Se evalúan ejercicios teóricos aplicados a la práctica.	1
s	Quedaba buen tiempo para evaluar cada tema	1
<b>TOTAL</b>		<b>47</b>

Tabla 22. Justificaciones de los estudiantes del porque consideran muy bueno ó bueno el sistema de evaluación

Índice categoría	CATEGORÍAS	Número de RTAS
a	Parciales extensos y ejercicios muy complicados con respecto a la explicación de clase	7
b	Docente calificaba hasta el primer error, no se media bien el grado de comprensión, calificaban muy duro, no se califico procedimiento	6
c	Se limitaba a cuatro parciales el semestre, no existieron otros métodos de evaluación	5
d	No se vio parte practica, el estudiante se afianza mucho en el cuaderno	4
e	Falto evaluar conceptos necesarios	2
f	Preguntan algo que no enseñan	2
g	Se evaluo más el algebra que los conceptos de circuitos	2
h	Pocos parciales acumulando muchos temas	1
i	Parciales para otro grupo, con otra metodología	1
j	Falta de talleres guía	1
k	Paciales mal diseñados	1
l	No reflejaba lo poco que se veia en clase	1
m	Falta simulación de circuitos	1
n	Hay que estudiar es para pasar	1
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>

Observando en conjunto los resultados a las preguntas 5, 7 y 8, que indagaron por el punto de vista de los estudiantes con respecto a la relación teoría-práctica, la metodología y el sistema de evaluación de la asignatura de circuitos eléctricos I, se puede decir en síntesis que el estrato 5 (I sem. 2010 y II sem. 2010) es reconocido por tener mayores niveles de satisfacción entre los estudiantes.

Con respecto a los temas que los estudiantes consideran más complejos de comprender, las respuestas en gran medida se han marcado en la dificultad para obtener y comprender la respuesta natural y forzada de los circuitos de primer y segundo orden. En cuanto a las técnicas de análisis de circuitos, la obtención de los equivalentes de Thévenin y Norton son considerados los más complejos de comprender. En la tabla 23 se consideran todas las respuestas dadas con respecto a la pregunta.

Tabla 23. Nivel de dificultad, ordenado de mayor a menor, en la comprensión de los temas de circuitos eléctricos I

Lista de Temas	Número de RTAS
j. Circuitos de primer orden y segundo orden	64
d. Respuesta natural y forzada	54
h. Circuitos equivalentes de Thévenin y Norton	33
i. Análisis topológico	23
a. Análisis de amplificadores operacionales	20
g. Técnicas de análisis de circuitos eléctricos (supernodo, supermalla)	11
NR (No Responde)	11
f. Linealidad y superposición	10
b. Técnicas de analisis de circuitos eléctricos (Nodos y mallas)	7
c. Las leyes de Kirchoff	6
e. Conceptos de cantidades eléctricas (carga, Voltaje, Corriente, Potencia eléctrica)	6
otro (Fuente dependientes)	1
<b>TOTAL</b>	<b>246</b>

Tabla 24. Nivel de importancia que da el estudiante a elementos del proceso de aprendizaje de circuitos eléctricos

	ALTO				BAJO
Nivel de importancia	1	2	3	4	5
a. La técnica de resolución <b>TERCERO</b>	18	16	21	16	11
b. La aplicación práctica <b>QUINTO</b>	11	3	16	15	37
c. Los ejemplos y la resolución de problemas <b>SEGUNDO</b>	15	24	21	11	11
d. La definición de conceptos y principios <b>PRIMERO</b>	35	19	14	11	3
e. Las deducciones matemáticas y su solución <b>CUARTO</b>	10	18	13	24	17

En relación a cinco ítems que puede tenerse en cuenta al momento de comprender un tema de circuitos eléctricos, se nota al observar la tabla 24, que un 42,7% de los estudiantes (35 exactamente) dan el primer lugar de importancia a las definiciones y principios, en segundo lugar dan importancia a los ejemplos y resolución de problemas, en tercer lugar a la técnica de resolución, cuarto a las deducciones matemáticas y su solución, y lo menos importante al momento de comprender un tema es la aplicación práctica.

Con respecto a los recursos pedagógicos que emplearon los docentes en la asignatura, se observa que sobresalen ampliamente la presentación de ejemplos y desarrollo de ejercicios en clase, y los talleres; en término medio sobresalen los espacios para tutorías presenciales ó virtuales; y fue poco empleado las prácticas de laboratorio y los laboratorios de simulación. En la tabla 25 se muestra la frecuencia de empleo de los recursos pedagógicos.

Tabla 25. Frecuencia de empleo de recursos pedagógicos de parte del docente



En cuanto a las principales fortalezas que consideran los estudiantes tuvo su primer curso de circuitos eléctricos I, destacan los propios temas de la asignatura, el hecho de ser esencial las técnicas de circuitos para todas las materias de la carrera, y la capacidad de análisis que se adquiere. Cabe mencionar que también

son reconocidos como fortalezas de la asignatura los conceptos esenciales de circuitos eléctricos, el grado de exigencia, la adquisición de disciplina de estudio y la rigurosidad de los profesores. Igualmente, se evidencia que 15 estudiantes consideraron que su curso de circuitos eléctricos I no tuvo ninguna fortaleza. En la tabla 26 se presenta todas las categorías en las que se agrupo las fortalezas mencionadas por los estudiantes.

Tabla 26. Principales fortalezas que consideran los estudiantes tuvo la asignatura

Índice categoría	CATEGORÍAS	Número de RTAS
a	No responde	66
b	Los temas de la asignatura (mención temas específicos)	36
c	Basica para iniciar la carrera, esencial para todas las materias de la carrera	28
d	La capacidad de análisis de circuitos, las diferentes técnicas de resolución de circuitos	19
e	Conceptos esenciales de circuitos electricos	17
f	La formación teoría, los fundamentos y aplicación de la matematica	17
g	Ninguna/Nada	15
h	Grado de exigencia, adquisición de disciplina de estudio, rigurosidad profesores	8
i	Las practicas de laboratorio, conocimiento elementos practicos	7
j	Un buen ingeniero, fluidez del docente, docentes capacitados	6
k	La claridad explicación de los temas, ejemplos en la explicación	5
l	La metodología fue puntual/la metodología del docente	5
m	Resolución de Talleres, quices, ejercicios, problemas	4
n	Fortalece el interes hacia la electrónica	2
o	Las aplicaciones prácticas que se le da a la teoría	1
p	Exigencia en la evaluación de lo aprendido sin extrema rigurosidad.	1
q	No es una materia que es muy dependiente conceptualmente	1
r	Bibliografía	1
s	Tocaba estudiar en grupo	1
t	Resolver muchos ejercicios para comprender	1
u	Estudio autodidactica	1
w	Horas suficientes de clase	1
x	Grupos reducidos de estudiantes	1
y	La evaluación	1
z	Herramientas de desarrollo	1
	<b>TOTAL</b>	<b>246</b>

Finalmente se consultó a los estudiantes por las sugerencias que propone para mejorar su aprendizaje en la asignatura de circuitos eléctricos I, se destaca ampliamente el interés por desarrollar prácticas de laboratorio, sugieren que el docente presente ejemplos completos y de todos los niveles de complejidad, que se planteen ejercicios más adecuados a la realidad junto con las aplicaciones, que se mejore la metodología de la asignatura, que el docente realice más acompañamiento al curso, que se den más horas a la asignatura, que se debe estudiar mucho, entre otras. En la tabla 27 se consignaron por categorías las respuestas de los estudiantes.

Tabla 27. Sugerencias de los estudiantes para mejorar el aprendizaje de la asignatura

Índice categoría	CATEGORÍA	Número de RTAS
a	Desarrollo de prácticas de laboratorio para aplicar, profundizar y comprender los conceptos vistos en clase	27
b	Dar ejemplos completos desde la menor complejidad hasta la complejidad tipo parcial. Más ejemplos en clase.	9
c	Plantear ejercicios más adecuados a la realidad, plantear aplicaciones.	8
d	Explicar con claridad los conceptos básicos, fundamentación fuerte en los conceptos básicos, explicar claramente los procedimientos.	8
e	Sincronizar teoría-práctica. Ligar el laboratorio con la materia.	7
f	Material de apoyo (ejercicios, talleres) para practicar y resolver dudas.	6
g	Se debe emplear más técnicas pedagógicas para el curso, mejorar la metodología, algo más didáctico.	6
h	Clases interactivas, teoría-simulación	6
i	Estudiar mucho, más dedicación a la materia, la comprensión depende del alumno	4
j	Simplificar los temas, enseñar lo puntual. Que el docente explique bien	3
k	Ninguna	3
l	Mantener la exigencia del curso	2
m	Buscar parciales de semestres anteriores.	2
n	Que la misma persona que dicta la materia dicte el laboratorio	2
o	Hacer una evaluación de los conceptos previos para tomar la materia, verificar bases matemáticas	2
p	Una materia de introducción a circuitos	2
q	Creo que los parciales no deben ser tan complejos.	2
r	Profesor realice un acompañamiento continuo (tutorías)	2
s	Darle más horas a la asignatura. Quitar tutorías docentes a cambio de quitar horas presenciales con los docentes.	2
t	Disminuir carga académica	1
u	Que el docente sea responsable y puntual	1
w	Apoyo para mejorar bases matemáticas	1
x	Fomentar la investigación	1
y	Para mí la asignatura está bien dirigida y el contenido es muy completo	1
z	Implementar módulos didácticos, como el SENA	1
AA	Cubrir en especial los últimos temas, que por diferentes circunstancias casi nunca se desarrollan normal y completamente.	1

4.2.1 Criterios pedagógicos que orientan la intervención pedagógica propuesta. Ahora bien, bajo las premisas mencionadas en el marco teórico, el estado del arte y el trabajo de campo, se enuncian a continuación los criterios pedagógicos que orientan el desarrollo de la presente propuesta, se consideran entre estos los principios que favorecen la construcción y aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura circuitos I. Estos criterios pedagógicos, por su carácter de importancia, están redactados de manera global, de tal forma que se consideren aplicables a cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje que busque los objetivos propuestos con la presente investigación. Los criterios pedagógicos establecidos son:

- El docente ha de mantener una inquietud latente que lo impulse a ser más estratégico, y lo lleve a analizar “de qué modo mejorar su práctica para

ayudar a que sus alumnos aprendan su materia”, es una actitud de “todo profesional que valora la docencia” (Daura, 2011, p. 79).

- Pasmanik y Cerón (2005) recuerdan que el desarrollo del ser humano es concebido desde el enfoque sociocultural como “un proceso determinado socialmente. El desarrollo cognitivo, en particular, sería posible gracias a la interacción con otros individuos con mayor conocimiento y experiencia (Vygotski 1979)” (p. 3). Por consiguiente, una de las prácticas pedagógicas que favorece el aprendizaje significativo es la interacción docente-estudiante, que no se debe limitar a las sesiones de clase. Los docentes que se hacen cercanos para sus estudiantes tienen la posibilidad de emprender procesos de enseñanza-aprendizaje que quedan inscritos en el estudiante, en el ser.
- Consciente de que “Lo único que se puede transmitir entre dos seres humanos es información codificada” (Duque, 2006, p. 8), el docente se esfuerza por hacer una transposición didáctica<sup>2</sup> del saber sabio de tal manera que sus estudiantes puedan decodificarla.
- La comprensión conceptual y el cambio conceptual del estudiante exige la inversión de tiempo en la administración del curso: menor cantidad de contenidos en busca de mayores niveles de comprensión (Andrés, 1990, p. 236).
- Considerando algunos elementos de la propuesta de Ortiz y Aguilera (2005) se expresa: primero, la importancia de diseñar estrategias didácticas que estén “dirigidas a desarrollar determinadas habilidades o competencias profesionales en los estudiantes, las cuales son fundamentales para el futuro profesional” (p. 6). Segundo, se incluyan explícitamente en el diseño curricular y en el plan de estudios de la asignatura aquellas estrategias de carácter general que han sido provechosas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, y al mismo tiempo, se deje abierta la posibilidad para diseñar estrategias particulares a las condiciones de los estudiantes de cada curso. Esto último debido a que cada grupo revela unos estilos de aprendizaje particulares, procedimientos y técnicas propios con los que aprenden, de modo que llevan al docente a proponer estrategias particulares para no estar en contravía con los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Se recuerda que “Las estrategias didácticas no se limitan a los métodos y formas con los que se enseña sino al repertorio de procedimientos técnicas y habilidades que tienen los estudiantes para aprender” (Ortiz & Aguilera, 2005, p.3).
- “Para aprender se requiere que el aprendiz esté “activo” intelectual y físicamente. Lo que se aprende debe tener sentido. Adicionalmente, la motivación juega un rol central en el aprendizaje, particular en el

aprendizaje duradero (National Research Council, 2000)” (Duque, 2006, p. 9). Una pregunta constante del docente ha de ser ¿Qué debo proponer para mantener activo intelectual y físicamente a mis estudiantes? Como dicen los pedagogos clásicos: nadie aprende lo que no le interesa aprender, por tanto la labor del docente juega un papel importante desde la primera sesión de clase, pues puede originar mayor interés en el estudiante. Se recomienda que en la primera sesión se presente de manera atractiva la importancia de la asignatura, se dé a conocer al estudiante las competencias que desarrollará durante el curso, se presenten videos de las aplicaciones dónde se revele el uso de los conceptos que enseña la asignatura, se presente una situación problema, entre otras.

- El docente como individuo con mayor conocimiento y experiencia está en capacidad de organizar el espacio y ambiente de aprendizaje que demanda el saber a socializar, de forma que estimule la actividad y el desarrollo del pensamiento del estudiante. Ausubel, Piaget, Comenio, Cartensen et al. entre otros consideran relevante el que se pueda enseñar en un ambiente de funcionalidad; se favorece el aprendizaje significativo al aprender de la práctica, de la acción. Son indispensables los espacios de experimentación: contextualizados y naturales, para el caso específico de la asignatura de circuitos eléctricos, cabe mencionar que se pueden diseñar o rediseñar los ejercicios tradicionalmente presentados en los textos de circuitos eléctricos, para posibilitar su montaje práctico y permitir que el estudiante compare y analice los resultados experimentales, analíticos (o de papel) y los obtenidos en la simulación. En síntesis, “El espacio de aprendizaje nos dice lo que es posible aprender en una cierta situación” (Carstensen & Bernhard, 2007, p. 3).
- “Siempre que una persona intenta comprender algo, necesita activar las ideas que ya posee y que le sirven para organizar la nueva información y darle sentido” (Ausubel, 1978). Por tanto, el estudiante y el docente deben conocer los esquemas conceptuales, preconceptos, patrones de razonamiento e ideas no científicas que se tienen antes de iniciar el curso, y a medida que se avanza, el reto del docente es lograr que sus estudiantes desarrollen una estructura conceptual coherente con las teorías científicas (saber sabio). Lo anterior implica el diseño de pruebas de entrada para conocer el tipo de instrumento del conocimiento (nociones, proposiciones, conceptos y teorías) con el que llega el estudiante al iniciar la asignatura.
- Al estudiante “se le prepare para adquirir un conocimiento sólido y verdadero, no falso y superficial... que sea capaz de penetrar hasta la medula de las cosas y conocer de ellas su verdadera significación y empleo” (Comenio, 1998, p. 30). La implementación de estrategias didácticas no debe distorsionar el saber sabio, por el contrario, ha de situar, a quién se dispone a aprender, sobre la línea de horizonte que lleva por

caminos más amplios del conocimiento. Implementar estrategias didácticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje no significa reducir la exigencia o parámetros de calidad profesional que se desea. Como se expuso en el marco teórico (pág. 25-29) se favorece el adquirir conocimientos sólidos cuando se planifica el tránsito de manera jerárquica por los saberes y no cuando se interactúa con ellos de manera aleatoria. Vale la pena aclarar que se evita en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y con mayor razón al inicio de la asignatura, los espacios a vacíos –de información, conceptos, conocimientos-, a menos que se planee y diseñe actividades que con el trabajo autónomo y/o en equipo conduzcan a adquirirlos y de manera significativa.

- Teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones de Carstensen y Bernhard (2007) es importante hacer explícito, a los estudiantes, los vínculos entre el mundo de los modelos y el mundo de los eventos. Estos vínculos se han de hacer explícitos con palabras, ejemplos contextualizados, desarrollo de actividades prácticas (laboratorios y/o simulaciones) y situaciones problema que forcé la necesidad del modelamiento matemático y de la simulación, para lograr unos eventos específicos. Lo anterior, lleva en primer lugar a que los estudiantes cambien el enfoque del trabajo de laboratorio, cambiando del enfoque sobre que reportar en los informes a lo que hay por aprender. Lleva en segundo lugar, apoyándonos en términos del profesor Gabriel Restrepo, a que el estudiante vea como traducciones recíprocas los códigos del mundo de las teorías y los códigos del mundo de los eventos.
- “El cerebro no se parece a una memoria de computador” (Duque, 2006, p. 8). El docente es conocedor que cada estudiante tiene un estilo de aprendizaje y sus propios ritmos mentales; hace un proceso diferente de asimilación de la nueva información a su estructura de conocimiento. Lo anterior implica que para estimar lo que sabe el estudiante: “evaluar”, es pertinente implementar un proceso de evaluación continuo, flexible, variado y formativo. Por lo que se refiere al proceso de evaluación continuo, es evidente en el programa de Ingeniería electrónica de la Uptc-Sogamoso el valor del trabajo con cada estudiante, como recalca el Ing. Ángel López, “ese es un aprendizaje significativo para el estudiante”, refiriéndose a los momentos dedicados para estimar de manera personalizada las dificultades y conceptos asimilados por cada estudiante. En cuanto a la evaluación flexible, se propone la posibilidad al docente de permitir presentar pruebas cuando el estudiante considere estar preparado, también de común acuerdo establecer con el estudiante momentos posteriores de evaluación especialmente ante los fracasos o desaciertos en las pruebas. Con respecto a la evaluación formativa, cada recurso que emplea el docente para la valoración del aprendizaje, ha de ser un evento de aprendizaje para el estudiante. Finalmente, con respecto a la evaluación, el diseño de

exámenes escritos ha de ser diseñado con problemas de nivel bajo, medio y alto, de tal manera que el estudiante que ha comprendido lo básico lo pueda demostrar; el diseño de exámenes con esta metodología permite determinar el nivel de comprensión (asimilación) en el que se encuentra el estudiante.

- Se retoma el concepto de Comenio al definir la didáctica como el artificio universal para enseñar a todos todas las cosas (ver orígenes pág. 29-31). Este criterio se incluye debido a la realidad que se observa en los cursos que se dirigen: estudiantes en su mayoría con muchos vacíos a nivel emocional, intelectual y personal, pero con el sueño de desarrollar un proyecto de vida, y pocos estudiantes con conocimientos previos sólidos e intelectualmente sobresalientes; el mismo panorama observado por Comenio en su época. Ante esta realidad el docente tiene una responsabilidad social: “hacer del hombre un hombre” (Comenio, 1998, p.41) a través de la enseñanza; formar un buen profesional. Lo anterior implica un esfuerzo para lograr que todos aprendan bien lo pertinente a la materia que se enseña, el docente debe evitar, como señala Lutero, que sus estudiantes huyan de los estudios. Para lograrlo, todos, docentes y estudiantes, tenemos un potencial incalculable en nuestro ser.
- Teniendo en cuenta a Pruzzo (2007), se recomienda no generalizar a todos los grupos y todos los ambientes de aprendizaje, los diseños didácticos elaborados (p.62).

4.2.2 Diseño de las estrategias didácticas. Establecidos los criterios pedagógicos, y orientado por estos, se avanzó al desarrollo del segundo objetivo específico. Se inició con la lectura del Plan Académico Educativo (PAE) del programa de ingeniería electrónica de la Uptc Facultad Sede Sogamoso, específicamente con lo referente a las competencias propuestas, las estrategias metodológicas y el contenido programático de la asignatura de circuitos eléctricos I. Producto de esta lectura se identificaron las competencias que propuestas desde el programa podían ser promovidas con la implementación de los recursos y procedimientos a diseñar con la investigación en desarrollo. Estas competencias son:

- Demuestra actitud y capacidad para al aprendizaje continuo y autónomo a lo largo de la vida.
- Demuestra disposición para el trabajo en equipo y multidisciplinar con actitudes creativas y propositivas.
- Muestra capacidad para inventar, innovar, adaptar, crear y plantear soluciones novedosas y prácticas en los campos de acción.
- Maneja herramientas de simulación que optimizan, facilitan y agilizan su trabajo.

- Posee capacidad para modelar y analizar fenómenos y procesos físicos.
- Muestra capacidad para diseñar, gestionar y evaluar sistemas y procesos de ingeniería.
- Analizar, diseñar, operar, mantener, implementar y evaluar, sistemas de Telecomunicaciones y Automatización Industrial.
- Desarrollar estrategias, técnicas específicas y búsqueda de horizontes en el campo de la investigación, de la instrumentación, automatización y telecomunicaciones. (PAE, 2010, pp. 33-34)

Con respecto a las estrategias metodológicas propuestas desde el PAE, se identificaron las factibles de considerar en la planificación de contenidos, competencias, procedimientos y recursos de la propuesta a diseñar. Estas son:

- Utilizar como enfoque educacional el aprendizaje por competencias.
- Diseñar estrategias didácticas que junto con las clases magistrales y las tutorías motiven a los estudiantes a gestionar su propio aprendizaje, incluyendo actividades de seguimiento basadas en las dimensiones de la evaluación.
- Facilitar el desarrollo de destrezas a través de la experimentación y el entrenamiento en los laboratorios.
- Fomentar el desarrollo de capacidades transversales, como trabajo en equipo, liderazgo, solución de problemas y habilidades de comunicación de forma integral en los diferentes cursos.
- Desarrollar la capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica, la actitud hacia la investigación y la recursividad a través del desarrollo de proyectos de aplicación que involucre al estudiante en ambientes de aprendizaje similares a los encontrados en el desempeño profesional o en la investigación. (PAE, 2010, p. 43)

En la estructura curricular, la asignatura de circuitos eléctricos I se ubica en el área Disciplinar y de profundización (D), y dentro del plan de estudios se ubica en el tercer semestre, con tres créditos, y cuatro horas presenciales por semana. La asignatura de circuitos eléctricos I tiene como prerrequisito la asignatura de álgebra lineal, es habilitable y validable.

La presentación, las competencias, la metodología y la evaluación definida en el contenido programático de la asignatura circuitos eléctricos I (en el Anexo D se presenta completo el contenido programático) son:

**Presentación.** El curso de Circuitos I tiene como Objetivo General, que el estudiante aprenda y conozca los fundamentos del análisis de circuitos eléctricos, para lo cual este curso le entregara al estudiante los conceptos básicos de la física que lo conducen al entendimiento de los fenómenos eléctricos, los fundamentos básicos para el análisis de circuitos eléctricos en

corriente directa, y los conceptos fundamentales del estado transitorio y estacionarios de los circuitos eléctricos con elementos almacenadores de energía.

### **Competencias.**

- Básicas: Reconocer los fundamentos del análisis de circuitos eléctricos.
- Generales: Adquirir los conocimientos teóricos necesarios para el análisis y diseño de sistemas basados en circuitos eléctricos.
- Profesionales: Analizar y entender modelos eléctricos lineales de los diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos en corriente directa.

**Metodología.** El contenido programático de la asignatura de Circuitos I se llevara a cabo, en el marco de la metodología propia de las asignaturas netamente teóricas, se desarrolla a través de la exposición de los temas por parte del maestro en forma magistral, donde se utilizaran diferentes ayudas audiovisuales. También son de valiosa importancia la utilización de talleres de ejercicios para el estudiante, donde junto a la asesoría del profesor el estudiante desarrolla las habilidades de análisis de circuitos eléctricos.

### **Evaluación colectiva**

Para cada 50% se propone realizar un parcial en Grupo con máximo dos estudiantes por grupo, este será el segundo parcial de cada Cincuenta.

### **Evaluación individual**

Para cada 50% se propone la siguiente forma de evaluación:

Tres evaluaciones parciales: 40% (individual, grupal e individual)

Talleres, Trabajos y Quices: 10%. (PAE, 2010, pp. 48-49)

Con base en lo percibido en el PAE y en los resultados de las encuestas a docentes y estudiantes se representa en la figura 27 la dinámica propuesta por el programa para el desarrollo de la asignatura de circuitos eléctricos I. Por otra parte, en la figura 28, se representa mediante diagrama de bloques la dinámica que se propone con el presente trabajo. Tanto en la figura 27 como en la figura 28 se puede identificar el efecto que causa cada evento del proceso.

La dinámica propuesta con este trabajo se planificó, a manera de ejemplo, en el microcurrículo que se muestra en la tabla 28; el microcurrículo abarca los contenidos, competencias, procedimientos y recursos que permiten desarrollar en la práctica los criterios pedagógicos enunciados y la dinámica propuesta en la figura 28. Se precisa que este microcurrículo es una propuesta de planificación, no es una receta, pues cada docente en su ejercicio profesional y con base en su experiencia ha de realizar la planeación que considera favorece la aprehensión significativa de los conceptos de circuitos eléctricos en DC.

Sin ser un objetivo del presente trabajo, pero para enfatizar en la estrategia que se propone, se presenta en la figura 29 un acercamiento al modelo de aprendizaje propuesto para asignatura de circuitos eléctricos, modelo basado en elementos del aprendizaje significativo, el aprendizaje basado en la experiencia (David Kolb), el aprendizaje activo mediado socialmente y el aprendizaje en un ambiente contextualizado.

Figura 27. Dinámica seguida para el aprendizaje de la asignatura circuitos eléctricos I

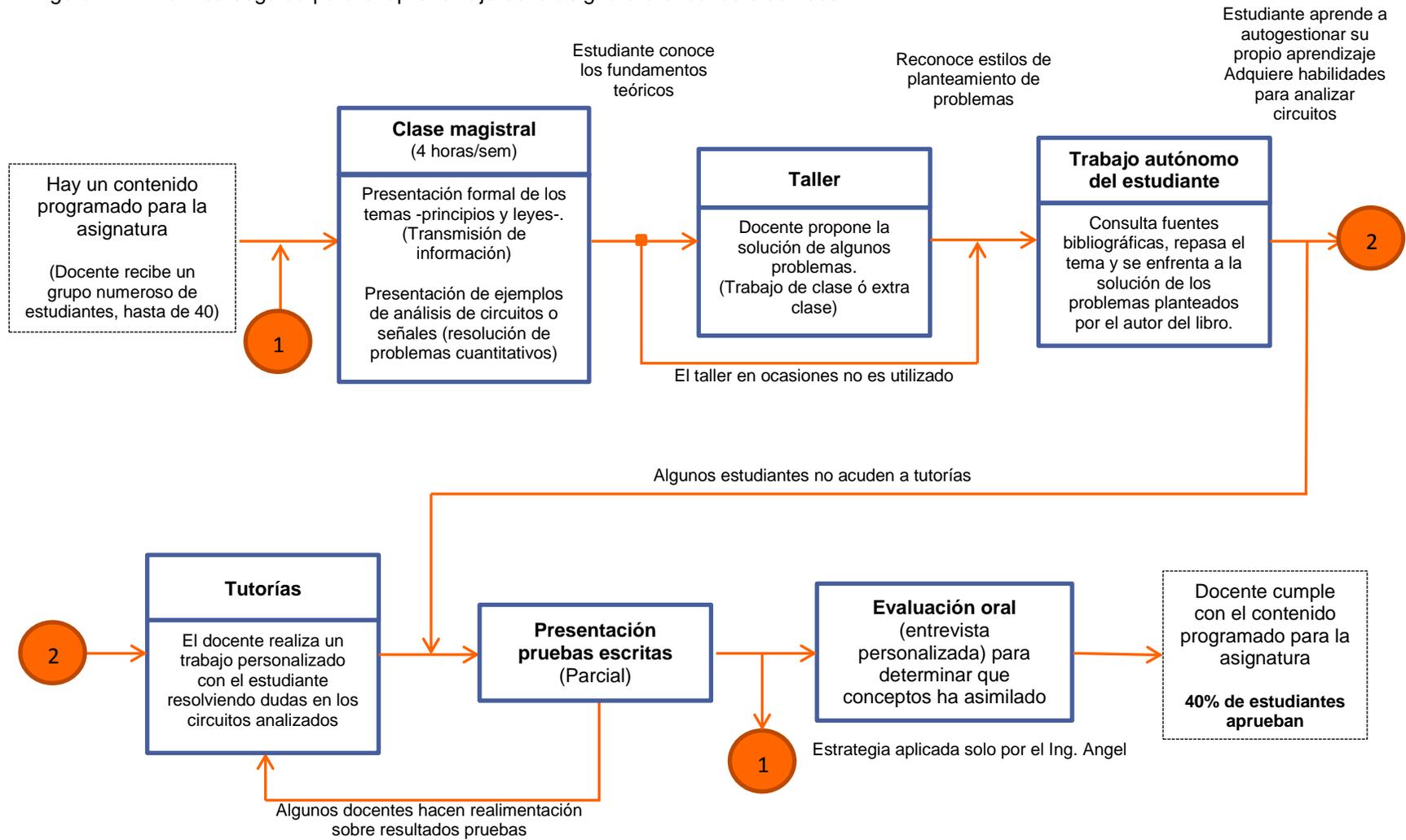


Figura 28. Dinámica propuesta para el aprendizaje de la asignatura circuitos I **1 Sección de práctica de laboratorio**

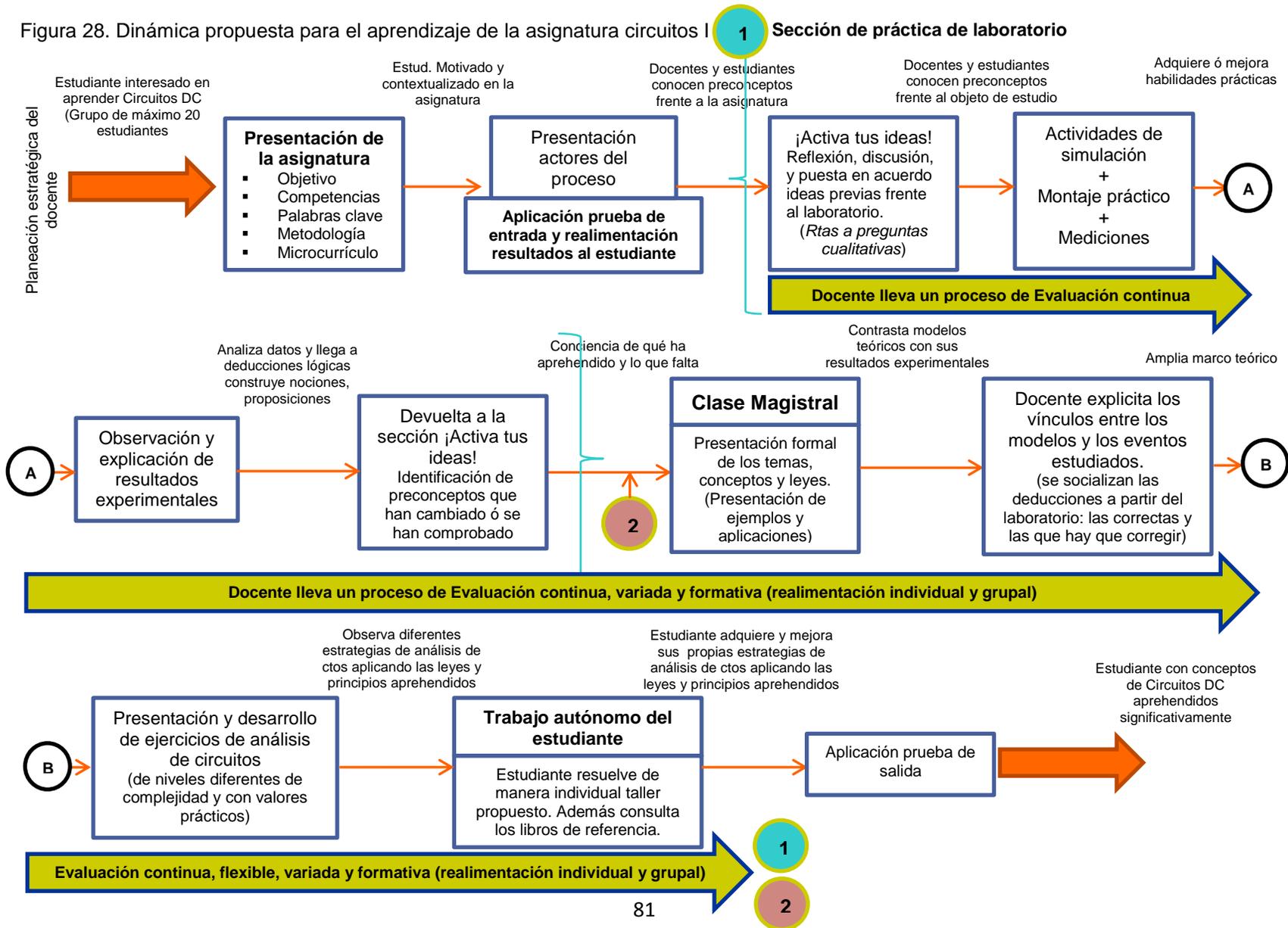


Tabla 28. Microcurrículo propuesto para la asignatura de circuitos eléctricos I

Semana	Sesión	Actividades	Contenidos	Competencias a desarrollar	Recursos	Trabajo autónomo del estudiante	Horas presenciales	Horas de aprendizaje autónomo
1	Sesión 1	<p>*Presentación docente y estudiantes.</p> <p>*Aplicación de prueba de entrada (diagnóstica). Explicando su objetivo e importancia.</p> <p>*Envío a aula virtual o e-mails de contenidos, planeación del curso y bibliografía.</p> <p>*Envío al aula de la guía de práctica de laboratorio No 1: Medición de Voltaje Corriente en Circuitos de CC y CA.</p>	<p>* Presentación de la asignatura (objetivos, competencias a desarrollar, principales unidades temáticas, aplicaciones, metodología y evaluación).</p> <p>* Introducción a los circuitos eléctricos. Palabras clave y su relación: cantidades eléctricas, notación de ingeniería, símbolos, esquemas eléctricos, circuitos lineales, análisis de circuitos eléctricos, técnicas de análisis, modelos matemáticos (ecuaciones), simulación e implementación de circuitos. Diseño de circuitos eléctricos.</p> <p>*Presentación de dispositivos de los circuitos DC y símbolos eléctricos que los representan.</p>	<p>1. Comprender los fundamentos teóricos que sustentan el análisis de circuitos eléctricos para obtener la magnitud de cantidades eléctricas de interés.</p> <p>2. Reconocer los símbolos eléctricos que representan los dispositivos interconectados en un circuito DC asociándolos con la función que cumplen.</p>	<p>*Prueba de entrada</p> <p>*Video Beam</p>	<p>*Elaborar un mapa conceptual donde se relacione las palabras clave de la asignatura.</p> <p>*Identificar en un esquema electrónico los símbolos de los diferentes elementos que están interconectados.</p> <p>*Leer y comprender la guía de práctica de laboratorio No 1.</p> <p>*Presentar para la siguiente sesión preinforme con el desarrollo del trabajo Individual y grupal propuesto en la guía de laboratorio (Item IIIa: ¡activa tus ideas!)</p>	2	3
	sesión 2	Práctica de laboratorio	<p>*Manejo práctico de instrumentos: multímetro, generador de ondas y osciloscopio.</p> <p>*Medición de voltajes y corrientes en circuitos de corriente continua (CC) y corriente Alterna (CA).</p> <p>*Definición del término resistencia.</p> <p>*Elementos conectados en serie y paralelo.</p>	<p>3. Utilizar los instrumentos básicos de medición para determinar la magnitud y forma de onda de señales eléctricas.</p> <p>4. Simular circuitos eléctricos básicos y familiarizarse con este tipo de software para el análisis de circuitos.</p> <p>5. Distinguir el comportamiento de las magnitudes de los voltajes y las corrientes en los elementos de circuito conectados en serie y paralelo.</p>	<p>*Documento guía práctica de laboratorio No 1.</p> <p>*Aula de laboratorio con instrumentos de medición.</p> <p>*Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Orcad Spice.</p>	<p>*Culmine en práctica libre el laboratorio propuesto en la guía No 1.</p> <p>*Familiarizarse con un software para la simulación de circuitos eléctricos.</p> <p>*Simular los circuitos propuestos en la guía de práctica de laboratorio No 1.</p> <p>*Repasar la obtención de la resistencia equivalente en circuitos serie, paralelo y mixto.</p> <p>Elaborar informe de laboratorio de la práctica No 1 (elabore un informe que para usted sea útil). Fecha de entrega: sesión 5.</p>	2	4
2	sesión 3	<p>*Clase magistral</p> <p>*Diseño de ejercicios a presentar en clase.</p> <p>*Diseño de dos puntos para el taller No 1.</p> <p>*Presentar simulaciones de los ejercicios expuestos en clase.</p> <p>*Envío al aula de la guía de práctica de laboratorio No 2: Deducción de la Ley de Ohm</p>	<p>*Presentación de definiciones y unidades de cantidades eléctricas: Voltaje, corriente eléctrica (Tipos: continua, alterna, exponencial y senoidal amortiguada) y potencia.</p> <p>*Convenciones de las cantidades eléctricas.</p> <p>*Definición de elementos pasivo y activo.</p> <p>*Presentación principio de conservación de la energía (PCE).</p> <p>*Presentación (mecánica) fórmulas para cálculo de potencia.</p> <p>*Presentación de ejemplos de conservación de la energía en circuitos DC sencillos (Potencia total suministrada = potencia total absorbida). Recomendación: plantear ejercicios dando los valores de I y V sobre cada elemento, a menos que estén en serie ó paralelo y los puedan determinar por observación.</p> <p>Presentar las simulaciones correspondientes a los ejercicios de clase.</p>	<p>6. Distinguir los conceptos de las cantidades eléctricas básicas y sus unidades, expresándolas en notación de ingeniería.</p> <p>7. Aplica el principio de la conservación de la energía y a las convenciones de las cantidades eléctricas para constatar que la Potencia total suministrada en un circuito es igual a la potencia total absorbida.</p>	<p>*Presentación con diapositivas</p> <p>*Video Beam</p> <p>*Ejercicios taller No 1</p> <p>*Visitar el link <a href="http://people.sinclair.edu/nickreeder/eet114/flashGames.htm">http://people.sinclair.edu/nickreeder/eet114/flashGames.htm</a></p>	<p>*Iniciar el desarrollo del taller No 1.</p> <p>*Leer y comprender la guía de laboratorio No 2: Deducción de la Ley de Ohm.</p> <p>*Presentar preinforme para la siguiente sesión con el desarrollo del trabajo Individual y grupal propuesto en guía de laboratorio No 2 (Item IIa: ¡activa tus ideas!)</p> <p>*Repasar la obtención de la resistencia equivalente en circuitos serie, paralelo y mixto.</p>	2	4

Continuación Tabla 28. Microcurrículo propuesto para la asignatura de circuitos eléctricos I

	sesión 4	<p>*Práctica de laboratorio</p> <p>*Invitar a estudiantes a primera entrevista personal para revisar resultados prueba diagnóstica y respuestas a activa tus ideas práctica No 1.</p>	<p>*Resistencia equivalente en circuitos con asociación serie, paralelo y mixta.</p> <p>*Ley de Ohm</p>	<p>3. Utilizar los instrumentos básicos de medición para determinar la magnitud y forma de onda de señales eléctricas.</p> <p>8. Reconocer y obtener la resistencia equivalente en circuitos con asociación mixta, delta y estrella.</p> <p>9. Aplicar la ley de Ohm a situaciones donde se solucionan problemas eléctricos básicos cualitativos y de análisis.</p>	<p>*El estudiante necesita el montaje del circuito de la guía de laboratorio No 1, pues determinará la resistencia equivalente del mismo.</p> <p>*Documento guía práctica de laboratorio No 2.</p> <p>*Aula de laboratorio con instrumentos de medición.</p> <p>*Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Orcad Spice.</p>	<p>*Elaborar informe de laboratorio de la práctica No 2 (Fecha de entrega: sesión 5)</p> <p>*Preparar la sustentación de las observaciones y conclusiones del laboratorio No 1 y No 2.</p> <p>*Demuestre como se obtienen las expresiones matemáticas (<math>P=I^2R</math> ; <math>P=V^2/R</math>) que permitieron calcular la potencia eléctrica en ejercicios anteriores.</p>	2	4
3	sesión 5	<p>*Sustentación de observaciones y conclusiones prácticas de laboratorio No 1 y No 2.</p> <p>*Diseño de dos puntos para el taller No 1</p>	<p>Valoración de la comprensión y asimilación de los conceptos desarrollados en las prácticas de laboratorio No 1 y No 2.</p>	<p>Valoración del alcance de las competencias 3-5, 8 y 9.</p>	<p>*Aula de laboratorio con instrumentos de medición.</p> <p>*Ejercicios taller No 1</p>	<p>Continuar con el desarrollo de los ejercicios propuestos en el Taller No 1. (Fecha de entrega: sesión 7)</p>	2	2
	sesión 6	<p>*Clase magistral</p> <p>*Quiz No 1 (Primer punto: simulación; segundo: puede ser la obtención Req ó aplicación PCE)</p> <p>*Diseño de dos puntos para el taller No 1</p> <p>*Envío al aula de la guía de práctica de laboratorio No 3: Deducción de las Leyes de Kirchhoff.</p>	<p>*Aplicación de relaciones integrales entre <math>i(t)</math>, <math>q(t)</math>, <math>p(t)</math>, <math>w(t)</math> y <math>v(t)</math>.</p>	<p>10. Obtiene las formas de onda en el tiempo y/o valores instantáneos de las cantidades eléctricas a partir de la aplicación de las relaciones integrales entre estas.</p>	<p>Pcs para primer punto del Quiz.</p>	<p>*Culminar el desarrollo del taller No 1. (Fecha de entrega: sesión 7)</p> <p>*Leer y comprender la guía de laboratorio No 3: Deducción de las Leyes de Kirchhoff.</p> <p>*Presentar preinforme para la siguiente sesión con el desarrollo del trabajo individual y grupal propuesto en la guía de laboratorio No 3 (tem IIIa: ¡activa tus ideas!)</p>	2	3
4	sesión 7	<p>Práctica de laboratorio</p>	<p>Deducción de las Leyes de Kirchhoff</p>	<p>3. Utilizar los instrumentos básicos de medición para determinar la magnitud y forma de onda de señales eléctricas.</p> <p>4. Simular circuitos eléctricos básicos y familiarizarse con este tipo de software para el análisis de circuitos.</p> <p>11. Comprender la utilidad de las leyes de Kirchhoff para determinar corrientes y voltajes en un circuito eléctrico.</p>	<p>*Documento guía práctica de laboratorio No 3.</p> <p>*Aula de laboratorio con instrumentos de medición.</p> <p>*Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Orcad Spice.</p>	<p>*Realizar las actividades de simulación propuestas en la guía de práctica de laboratorio No 3.</p> <p>*Observe los resultados obtenidos con las simulaciones y contrátelos con los obtenidos físicamente, ¿Qué observa? ¿que conclusiones se pueden sacar?</p>	2	2
	sesión 8	<p>Práctica de laboratorio</p>	<p>Deducción de las Leyes de Kirchhoff</p>	<p>3. Utilizar los instrumentos básicos de medición para determinar la magnitud y forma de onda de señales eléctricas.</p> <p>4. Simular circuitos eléctricos básicos y familiarizarse con este tipo de software para el análisis de circuitos.</p> <p>11. Comprender la utilidad de las leyes de Kirchhoff para determinar corrientes y voltajes en un circuito eléctrico.</p>	<p>*Documento guía práctica de laboratorio No 3.</p> <p>*Aula de laboratorio con instrumentos de medición.</p> <p>*Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Orcad Spice.</p>	<p>*Elaborar informe de laboratorio de la práctica No 3 (Acordar con el docente fecha de entrega). Elabore un informe que para usted sea útil.</p>	2	3

Continuación Tabla 28. Microcurrículo propuesto para la asignatura de circuitos eléctricos I

5	sesión 9	<p>*El docente ha de diseñar y simular los circuitos que se van a presentar en clase, utilizando valores de tensión y resistencia prácticos. De tal manera que mediante el montaje práctico se pueda comprobar el análisis realizado.</p> <p>*En los ejercicios que se planteen con fuentes dependientes cuidar de obtener valores extravagantes en las magnitudes de corriente y tensión.</p> <p>*presentar las simulaciones de los ejemplos diseñados.</p> <p>*Diseño de dos puntos para el taller No 2</p>	<p>*Conceptos de Divisor de tensión y de corriente.</p> <p>*Análisis de circuitos aplicando leyes de Kirchhoff y divisores de tensión y corriente.</p>	<p>12. Aplicar las leyes de Kirchhoff para encontrar la magnitud de las cantidades eléctricas a partir de unas condiciones dadas de circuito.</p>	*Ejercicios taller No 2	<p>*Simular los ejercicios presentados en clase.</p> <p>*Desarrollar los ejercicios propuestos en el taller No 2. (Fecha de entrega sesión 14)</p>	2	3
	sesión 10	<p>*Examen escrito No 1</p> <p>*Invitar a estudiantes a segunda entrevista personal para revisar resultados examen y verificar asimilación de conceptos.</p>	Evaluación Contenidos semanas 1 a 5	Valoración del alcance de las competencias 1-12.	Examen diseñado	Resolver las actividades del examen que se le dificultaron.	2	2
6	sesión 11	<p>*Clase magistral</p> <p>*Presentar un circuito que pueda ser modelado matemáticamente por la técnica de análisis a presentar.</p>	<p>*Presentación de las técnica de análisis por nodos y por mallas.</p> <p>*Obtención de las ecuaciones que modelan el circuito bajo el análisis con las técnicas de mallas y nodos.</p> <p>*Presentación de algún método para la solución del sistema de ecuaciones: Regla de Cramer, matrices, calculadora.</p>	<p>13. Diferenciar y aplicar el análisis por nodos y por mallas, encontrando la magnitud de las cantidades eléctricas que son de interés.</p>	*Bibliografía de la asignatura.	<p>*Realice una autoevaluación de los conceptos que hasta ahora no tiene claros, busque ayuda y propongase comprenderlos.</p> <p>*Identifique y diferencie claramente las condiciones y virtudes de cada una de las técnicas de análisis presentadas en clase.</p> <p>*Desarrolle ejercicios propuestos en los libros de referencia de la asignatura.</p>	2	3
	sesión 12	<p>*El docente ha de diseñar y simular los circuitos que se van a presentar en clase, utilizando valores de tensión y resistencia prácticos. De tal manera que mediante el montaje práctico se pueda comprobar el análisis realizado.</p> <p>*En los ejercicios que se planteen con fuentes dependientes cuidar de obtener valores extravagantes en las magnitudes de corriente y tensión.</p> <p>*Presentar las simulaciones de los ejemplos diseñados.</p> <p>*Diseño de dos puntos para el taller No 2</p>	<p>*Análisis de circuitos aplicando las técnicas de mallas y nodos.</p>	<p>13. Diferenciar y aplicar el análisis por nodos y por mallas, encontrando la magnitud de las cantidades eléctricas que son de interés.</p>	*Ejercicios taller No 2	*Desarrollar los ejercicios propuestos en el taller No 2. (Fecha de entrega sesión 14)	2	3
7	sesión 13	<p>*Diseño de dos puntos para el taller No 2</p> <p>*Clase magistral con presentación de ejercicios.</p>	<p>*Análisis de circuitos aplicando las técnicas de mallas y nodos en circunstancias de supernodo y supermalla.</p>	<p>14. Diferenciar y aplicar el análisis por supernodo y por supermalla, encontrando la magnitud de las cantidades eléctricas que son de interés.</p>	*Ejercicios taller No 2	*Desarrollar los ejercicios propuestos en el taller No 2. (Fecha de entrega sesión 14)	2	3

Continuación Tabla 28. Microcurrículo propuesto para la asignatura de circuitos eléctricos I

	sesión 14	*Sesión de preguntas  *Problemas de diseño de circuitos: Proponer a los estudiantes ejercicios, desde un nivel básico hasta un nivel alto, donde se pase del análisis al diseño de un circuito eléctrico que cumpla ciertas condiciones.	Valoración asimilación conceptos desarrollados durante el curso.	15. Diseñar circuitos eléctricos en DC experimentales que cumplan ciertas condiciones de diseño dadas, aplicando los conceptos y las técnicas de análisis de circuitos.	Problemas de diseño propuestos por el docente.	*Culminar la preparación para el segundo examen.	2	2
8	sesión 15	*Examen escrito No 2  *Distribuir citas para la realimentación con cada estudiante sobre los resultados del examen escrito No 2.	Evaluación Contenidos semanas 1 a 7	Valoración del alcance de las competencias 1-15.	Examen diseñado	*Resolver las actividades del examen que se le dificultaron.	2	2
	sesión 16	*Continuar la realimentación con cada estudiante sobre los resultados del examen escrito No 2.	Evaluación Contenidos semanas 1 a 7	Valoración del alcance de las competencias 1-15.	Examen diseñado	*Resolver las actividades del examen que se le dificultaron.	2	0
9	sesión 17	* Desarrollar por superposición un ejercicio de los presentados en sesiones anteriores.  *Diseño de dos puntos para el taller No 3  *Envío al aula de la guía de práctica de laboratorio No 4: Aplicación del Teorema de Thévenin y Teorema de Norton	*Linealidad y principio de superposición  *Fuentes de tensión ideales y prácticas.  *Modelo práctico de un fuente de tensión  *Modelo práctico de un fuente de corriente  *Técnica de transformación de fuente	16. Aplicar el principio de superposición para encontrar la magnitud de las cantidades eléctricas a partir de unas condiciones dadas de circuito.  17. Aplicar la técnica de transformación de fuente para simplificar las condiciones de análisis de circuito.	*Ejercicios taller No 3	*Compruebe mediante simulación el principio de superposición.  *Desarrollar los ejercicios propuestos en el taller No 3. (Fecha de entrega sesión 25)  *Leer y comprender la guía de laboratorio No 4: Aplicación del Teorema de Thévenin y Teorema de Norton  *Presentar preinforme para la siguiente sesión con el desarrollo del trabajo individual y grupal propuesto en la guía de laboratorio No 4 (ítem IIIa: jactiva tus	2	3
	sesión 18	Práctica de laboratorio	*Circuito equivalente de Thevenin  *Circuito equivalente de Norton	18. Aplicar el teorema de Thévenin para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y/o el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.	*Documento guía práctica de laboratorio No 4.  *Aula de laboratorio con instrumentos de medición.  *Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Orcad Spice.	*Culmine en práctica libre el laboratorio propuesto en la guía No 4.  * Elaborar informe de laboratorio de la práctica No 4 (elabore un informe que para usted sea útil). Fecha de entrega: próxima sesión de clase.	2	3
10	sesión 19	Sustentación de observaciones y conclusiones de la práctica de laboratorio No 4.  Mientras se recibe las sustentaciones se propone a los estudiantes que obtengan el equivalente de Thévenin y de Norton a uno de los circuitos analizados en clases anteriores.	*Circuito equivalente de Thevenin  *Circuito equivalente de Norton	18. Aplicar el teorema de Thévenin para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y/o el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.  19. Aplicar el teorema de Norton para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y/o el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.	*Documento guía práctica de laboratorio No 4.  *Aula de laboratorio con instrumentos de medición.  *Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Orcad Spice.  Bibliografía de la asignatura.	*Desarrolle ejercicios propuestos en los libros de referencia de la asignatura.	2	4

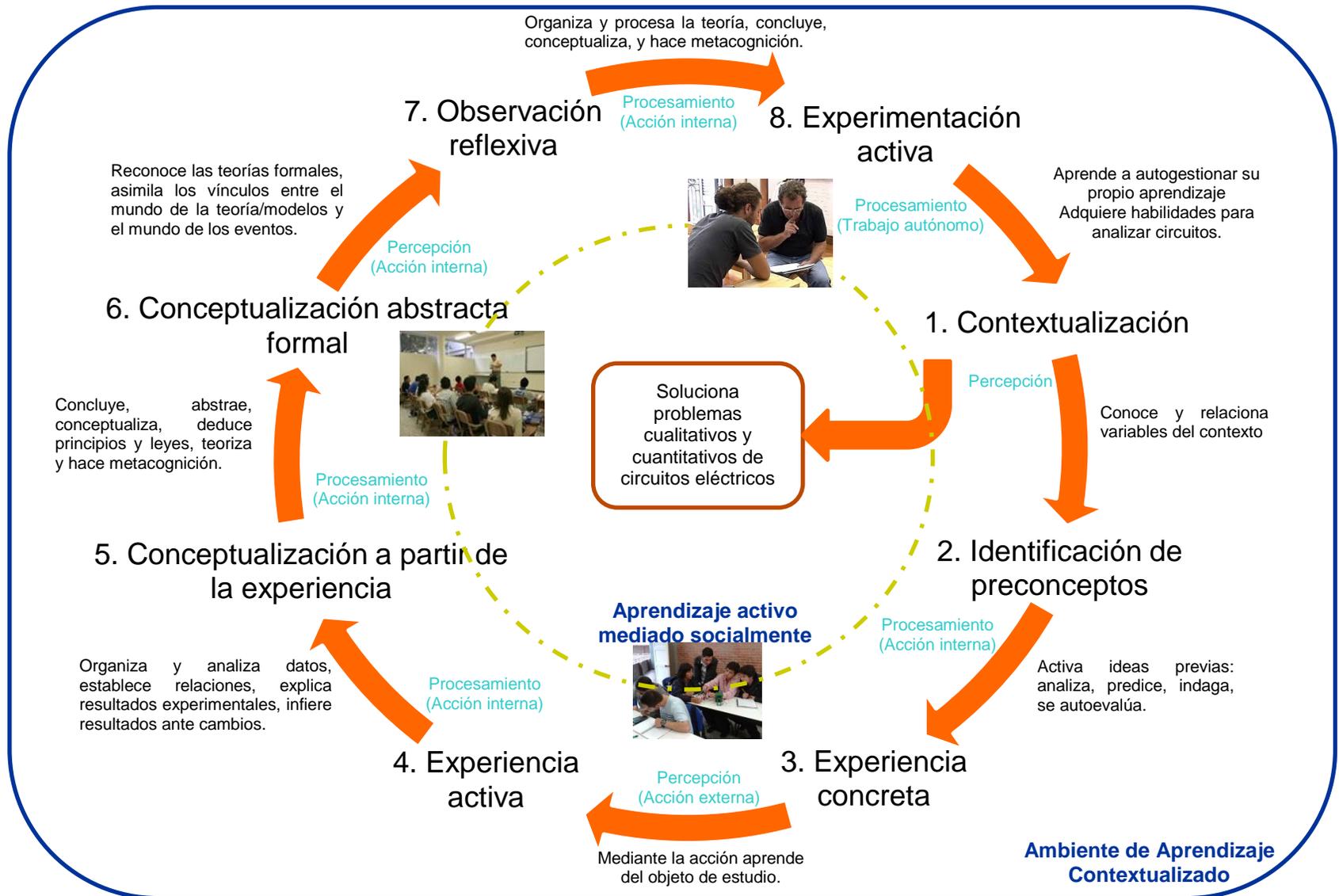
Continuación Tabla 28. Microcurrículo propuesto para la asignatura de circuitos eléctricos I

	sesión 20	Sesión de ejercicios en clase: obtención de circuitos equivalente, incluyendo fuentes de tensión dependientes.  *Diseño de dos puntos para el taller No 3	*Circuito equivalente de Thévenin  *Circuito equivalente de Norton	18. Aplicar el teorema de Thévenin para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y/o el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.  19. Aplicar el teorema de Norton para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y/o el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.	*Ejercicios taller No 3	*Desarrollar los ejercicios propuestos en el taller No 3. (Fecha de entrega sesión 25)	2	4
11	sesión 21	Clase magistral  *Diseño de un punto para el taller No 3	*Circuito equivalente de Thévenin y teorema de transferencia de potencia máxima.  *Introducción a la topología de los circuitos	20. Aplicar el teorema de transferencia de potencia máxima para determinar la carga a instalar a una red que satisface el teorema.	*Ejercicios taller No 3	*Desarrollar el ejercicio propuestos en el taller No 3. (Fecha de entrega sesión 25)	2	2
	sesión 22	Quiz No 2  *Preparar los ejemplos a presentar en clase.  *Invitar a estudiantes a tercera entrevista personal para revisar resultados quiz No 2 y verificar asimilación de conceptos.	*Grafo, rama, nodo, árbol, coárbol.  *Análisis topológico de circuitos eléctricos por Conjunto de corte fundamental.	21. Representar los circuitos planares y no planares con su respectivo arbol y coarbol.	Bibliografía de la asignatura.	*Consulte en los libros de referencia de la asignatura la teoría introductoria a análisis topológico.	2	3
12	sesión 23	*Clase magistral  *Diseño de punto para el taller No 3	*Análisis topológico de circuitos eléctricos por técnica de conjunto de corte fundamental.	22. Aplicar la técnica de conjunto de corte fundamental para encontrar la magnitud de las cantidades eléctricas a partir de unas condiciones dadas de circuito.	*Ejercicio taller No 3	*Desarrollar el ejercicio propuestos en el taller No 3. (Fecha de entrega sesión 25)	2	3
	sesión 24	*Clase magistral  *Diseño de punto para el taller No 3	Análisis topológico de circuitos eléctricos por técnica de lazo fundamental.	23. Aplicar la técnica de lazo fundamental para encontrar la magnitud de las cantidades eléctricas a partir de unas condiciones dadas de circuito.	*Ejercicio taller No 3	*Desarrollar el ejercicio propuestos en el taller No 3. (Fecha de entrega sesión 25)  *Desarrolle ejercicios propuestos en los libros de referencia de la asignatura.  *Culminar la preparación para el tercer examen.	2	2
13	sesión 25	*Examen escrito No 3  *Distribuir citas para la realimentación con cada estudiante sobre los resultados del examen escrito No 3.	Evaluación Contenidos semanas 1 a 12	Valoración del alcance de las competencias 1-23.	Examen diseñado	*Resolver las actividades del examen que se le dificultaron.	2	2
	sesión 26	*Continuar la realimentación con cada estudiante sobre los resultados del examen escrito No 3.	Evaluación Contenidos semanas 1 a 12	Valoración del alcance de las competencias 1-23.	Examen diseñado	*Resolver las actividades del examen que se le dificultaron.	2	0
14	sesión 27	Clase magistral  *Presentación de un video que ilustra la inducción electromagnética (principio motor y principio generador)  *Preparar ejercicios con asociación serie, paralela y mixta de circuitos con inductores (L), capacitores (C) y LC	*Estudio de elementos de almacenamiento de energía: El capacitor y el Inductor. (Trabajo en un inductor y en un capacitor, comportamiento en DC, asociaciones serie y paralelo).	24. Comprender y diferenciar la forma de almacenamiento de energía del capacitor e inductor asociando las ecuaciones integro-diferenciales que representan el comportamiento de la corriente y el voltaje.  25. Reconocer y obtener la capacitancia ó inductancia equivalente en circuitos con asociación serie, paralela y mixta.	Videos ilustrativos  Bibliografía de la asignatura.	*Desarrolle ejercicios propuestos en los libros de referencia de la asignatura.	2	2

Continuación Tabla 28. Microcurrículo propuesto para la asignatura de circuitos eléctricos I

	sesión 28	Clase magistral *Preparar los ejemplos a presentar en clase. *Diseño de dos puntos para trabajo autónomo del estudiante.	Estudio de la respuesta natural y forzada en circuitos eléctricos con elementos RL y RC.	26. Comprende que es la respuesta natural y la respuesta forzada en un circuito RL y RC asociando estas respuestas a la ecuación diferencial.		*Desarrollar los ejercicios propuestos por el docente.	2	2
15	sesión 29	*Sesión de ejercicios en clase *Presentar las simulaciones respectivas.	Estudio de la respuesta natural y forzada en circuitos eléctricos con elementos RL y RC.	27. Analiza circuitos RL y RC obteniendo la respuesta natural y la respuesta forzada dadas algunas condiciones iniciales.	Bibliografía de la asignatura.	Prepare el tema de las dos últimas sesiones para presentar quiz.	2	2
	sesión 30	Quiz Clase magistral *Diseño de dos puntos para trabajo autónomo del estudiante.	Análisis de circuitos de primer orden con señales expresadas en el tiempo,	28. Obtiene la expresión para todo tiempo que modela la $I$ ó el $V$ en circuitos de primer orden energizados con señales expresadas en el tiempo.	Bibliografía de la asignatura.	*Desarrollar los ejercicios propuestos por el docente.	2	2
16	sesión 31	Clase magistral	Análisis de circuitos de primer orden con señales expresadas en el tiempo,	28. Obtiene la expresión para todo tiempo que modela la $I$ ó el $V$ en circuitos de primer orden energizados con señales expresadas en el tiempo.		*Culminar la preparación para el tercer examen.	2	3
	sesión 32	*Prueba de salida (Examen escrito No 4) *Distribuir citas para la realimentación con cada estudiante sobre los resultados del examen escrito No 4.	Evaluación Contenidos semanas 1 a 15	Valoración del alcance de las competencias 1-25.	Examen diseñado	*Resolver las actividades del examen que se le dificultaron.	2	0
							64	80
						<b>Total horas asignatura</b>	<b>144</b>	
						<b>Créditos de la asignatura</b>	<b>3</b>	

Figura 29. Acercamiento a un modelo para el aprendizaje de circuitos eléctricos I



Como se puede observar en el microcurrículo planteado, el primer recurso necesario para desarrollar la estrategia es la prueba de entrada. Se diseñó una prueba de entrada con seis preguntas para conocer los preconceptos de los estudiantes que van a cursar la asignatura. En la tabla 29 se muestra un esquema de la prueba diseñada (ver prueba en el Anexo E), caracterizando las opciones a, b, c y d para las preguntas 1, 2, 4 y 5. La opción correcta se muestra resaltada con amarillo oscuro.

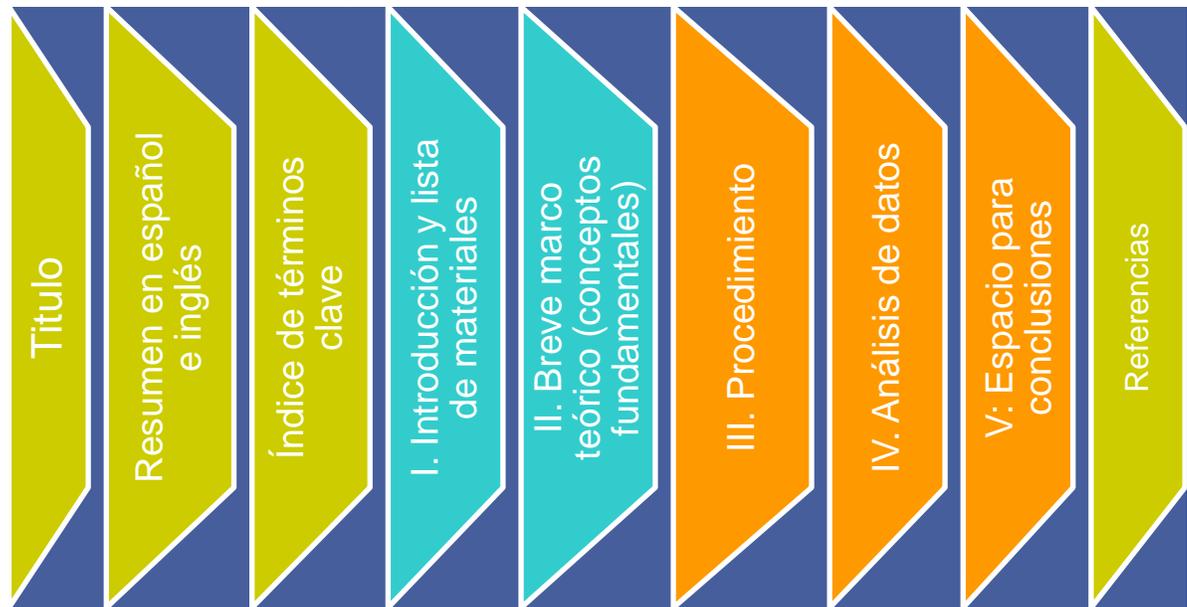
Tabla 29. Esquema de la prueba de entrada

Pregunta	Tipo de pregunta	Concepto preguntado	Características de las opciones de la pregunta
1	Cerrada: selección múltiple con única respuesta	Modelo de circulación de la corriente eléctrica	a. Modelo unipolar b. Modelo concurrente c. Modelo de atenuación <b>d. Modelo conservativo</b>
2	Cerrada: selección múltiple con única respuesta	Condiciones de voltaje y corriente en circunstancias de circuito abierto ó corto circuito	a. Circunstancia de corto circuito: modelo correcto de la condición de corriente pero incorrecto de voltaje. <b>b. Circunstancia de circuito abierto: modelo correcto de las condiciones de voltaje y de corriente.</b> c. Circunstancia de circuito abierto: modelo correcto de la condición de corriente pero incorrecto de voltaje d. Circunstancia de corto circuito: modelo correcto de la condición de voltaje pero incorrecto de corriente.
3	Abierta	Definición de corriente eléctrica (I):  Definición de voltaje (V):  Relación entre corriente y voltaje:	Se revisa si se enuncia una noción, una proposición ó un concepto. Además se revisa la naturaleza bajo la cual se enuncia la definición: física eléctrica, teoría de circuitos, las dos anteriores.
4	Cerrada: selección múltiple con única respuesta	Voltaje en un elemento conectado en serie, bajo una condición.	a. No se tiene presente el concepto de principio de conservación de la energía. b. Dos posibilidades: primera: se considera que el voltaje aumenta a medida que atraviesa elementos; Segunda: como R1 es mayor se opone mucho más al paso de la corriente que R2, por tanto en R2 se tendrá mayor voltaje. c. Se considera que R2 está en paralelo con B1. <b>d. Se comprende el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie.</b>
5	Cerrada: selección múltiple con única respuesta	Magnitud de la corriente en circuitos con elementos en paralelo.	a. Se considera que la I en elementos conectados en paralelo es siempre la misma independiente del valor de la resistencia de la rama. <b>b. Se comprende el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en paralelo.</b> c. La corriente será siempre mayor por la rama con mayor resistencia. d. La corriente en elementos conectados en paralelo siempre será mayor en los elementos que están cercanos a la fuente de tensión.
6	Cerrada con pregunta de control	Posibilidad de obtener un circuito equivalente.	a. Ve la posibilidad ¿Aplica principios correctos para elegir la opción: <b>correcta</b> ? Hay que ver la justificación. b. No ve la posibilidad ¿Por qué eligió la opción: incorrecta? Hay que ver la justificación.

Otro punto relevante en esta propuesta, como se puede observar en el microcurrículo planteado es la acción, la actividad práctica de laboratorio como una de las estrategias propuestas para favorecer la aprehensión significativa de los conceptos. Además está en concordancia con la sugerencia de los estudiantes de realizar este tipo de actividades para beneficiar la comprensión de los temas de la asignatura. Con el presente trabajo se diseñaron cuatro guías de práctica de laboratorio. La primer guía, “Medición de Voltaje y Corriente en Circuitos de CC y CA” fue diseñada teniendo en cuenta que los estudiantes llegan al curso de circuitos eléctricos I sin las competencias con respecto al manejo de los instrumentos de laboratorio. Las guías, dos: “Deducción de la Ley de Ohm”, tres: “Deducción de las Leyes de Kirchhoff”, y cuatro: “Aplicación del Teorema de Thévenin y Teorema de Norton” trabajan la mayoría de los conceptos y principios que fueron mencionados como los de mayor dificultad, desde el punto de vista de los docentes que han dirigido la asignatura; pero que también son los conceptos y principios clave del análisis de circuitos eléctricos. Se resalta que estas guías están diseñadas de forma tal, que el trabajo de los estudiantes lleve a descubrir los conceptos básicos y los principios mencionados, a diferencia de la enseñanza tradicional en donde se les enuncia a los estudiantes en clase magistral estos principios y leyes.

Las guías diseñadas para las prácticas de laboratorio han sido elaboradas en formato IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), un formato muy trabajado en el área de la rama eléctrica y electrónica, para la presentación de artículos académicos e informes de investigación. Cada guía tiene la estructura que se presenta en la figura 30.

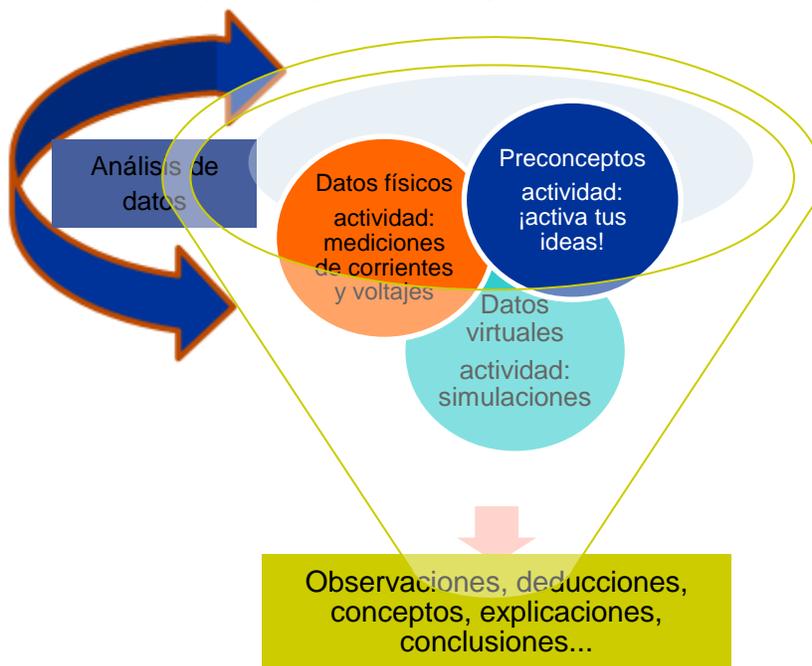
Figura 30. Estructura de las guías de laboratorio



El capítulo de procedimiento inicia con la actividad denominada *jactiva tus ideas!*, donde se motiva al estudiante a un trabajo individual para que conozca sus preconceptos con respecto a los posibles resultados en el circuito dispuesto para la práctica; en la sección *jactiva tus ideas!* de las guías uno y cuatro se incluyó también una consulta y una situación problema. La sección *jactiva tus ideas!* finaliza proponiendo la puesta en acuerdo, entre los integrantes del grupo de trabajo, en las respuestas para las preguntas planteadas en la sección. El capítulo de procedimiento también propone, a partir del circuito dispuesto para la práctica, actividades de simulación, implementación en protoboard y de medición de resistencia equivalente, corrientes y voltajes. En la figura 31, se ilustra los elementos que componen el capítulo de procedimiento.

El capítulo de análisis de datos conduce a que el estudiante observe los resultados prácticos y los resultados de las simulaciones, deduzca a partir de estos relaciones, diferencias, suposiciones, y termine estableciendo expresiones matemáticas que lo lleven a deducir los principios y leyes fundamentales de la teoría de circuitos eléctricos. Hace parte del análisis de datos el volver en algún momento sobre las preguntas de la sección *jactiva tus ideas!*, se promueve al estudiante para que identifique que preconceptos ha comprobado ó ha cambiado con respecto a lo que pensaba inicialmente. Por lo anterior, cada estudiante responderá nuevamente el cuestionario de activa tus ideas, apoyándose en los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio y en la simulación. La guía pregunta: ¿Cuáles son entonces tus respuestas ahora? ¿Utilizando los conceptos que aprendió, argumente por qué es esa la respuesta y no otra?

Figura 31. Dinámica de capítulo de procedimiento y análisis de datos



Para finalizar el capítulo de conclusiones, la guía incluye una actividad en la que cada integrante del grupo debe cuestionarse sobre lo que considera le hace falta aprender ó tener claro, con respecto al desarrollo del trabajo práctico propuesto en la guía, y los conceptos que está construye; en el formato de la guía se ha dejado el espacio para que quede por escrito. Conjuntamente, se invita a cada integrante a proponer como puede aprender lo que considera está aún en construcción.

En la figura 32 se presenta una vista de la segunda hoja de la practica titulada “Deducción de las Leyes de Kirchhoff”, y en el Anexo F se encuentran las guías diseñadas.

Figura 32. Panorámica del formato de las guías de laboratorio

**III. PROCEDIMIENTO**

*A. Trabajo Individual: ¡activa tus ideas!*

El nuevo conocimiento lo construyes con base en lo que sabes, por ello observa el esquema eléctrico de la figura 2 y pon por escrito las respuestas que inferes para las siguientes preguntas:

- Al comparar las corriente por R7 y R8, se puede decir de estas que:
  - a. Es mayor por R7
  - b. Es mayor por R8
  - c. Son iguales
- Al comparar los voltajes sobre R2 y R6, se puede decir de estos que:
  - a. Es mayor sobre R6
  - b. Es mayor sobre R2
  - c. Son iguales
- Al comparar las corriente por R3 y R4, se puede decir de estas que:
  - a. Es mayor por R3
  - b. Es mayor por R4
  - c. Son iguales
- Al comparar los voltajes sobre R1 y R2, se puede decir de estos que:
  - a. Es mayor sobre R1
  - b. Es mayor sobre R2
  - c. Son iguales a B1
  - d. Son iguales pero menores a B1
- La suma de los voltajes por los elementos de la trayectoria cerrada, definida por el recorrido R3. R4. R5 y

*B. Actividad Práctica*

Implemente sobre protoboard el circuito de la figura 2 y mida con la ayuda del multímetro:

- El voltaje sobre cada elemento.
- La corriente que circula por cada elemento (corriente de rama).

Es importante tomar nota de la posición de la punta roja del multímetro y de la lectura con signo que este indique.

**TABLA I**  
RESULTADOS MEDICIONES Y SIMULACIÓN

Elemento	Mediciones con multímetro		Resultados simulación	
B <sub>1</sub>	V <sub>B1</sub> =	I <sub>B1</sub> =	V <sub>B1</sub> =	I <sub>B1</sub> =
R <sub>1</sub>	V <sub>R1</sub> =	I <sub>R1</sub> =	V <sub>R1</sub> =	I <sub>R1</sub> =
R <sub>2</sub>				
R <sub>3</sub>				
R <sub>4</sub>				
R <sub>5</sub>				
R <sub>6</sub>				
R <sub>7</sub>				
R <sub>8</sub>				

*C. Simulación de los Circuitos*

Construya el circuito representado en la figura 2 sobre la plantilla de elementos ó plantilla de trabajo del software seleccionado para la simulación.

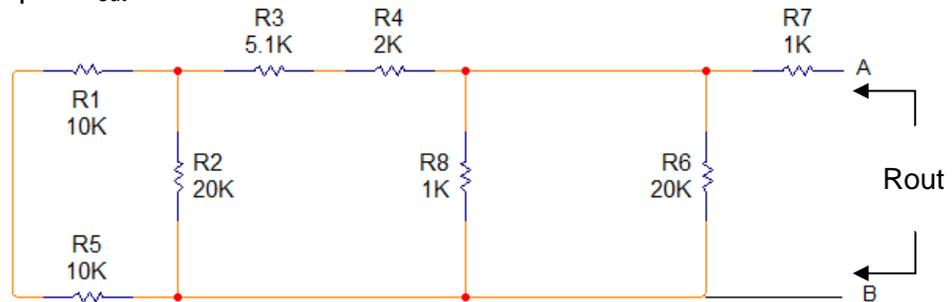
Obtenga voltímetros virtuales ó marcadores de tensión diferencial y obtenga el voltaje sobre cada elemento de circuito.

Seleccione un nodo y coloque amperímetros virtuales en

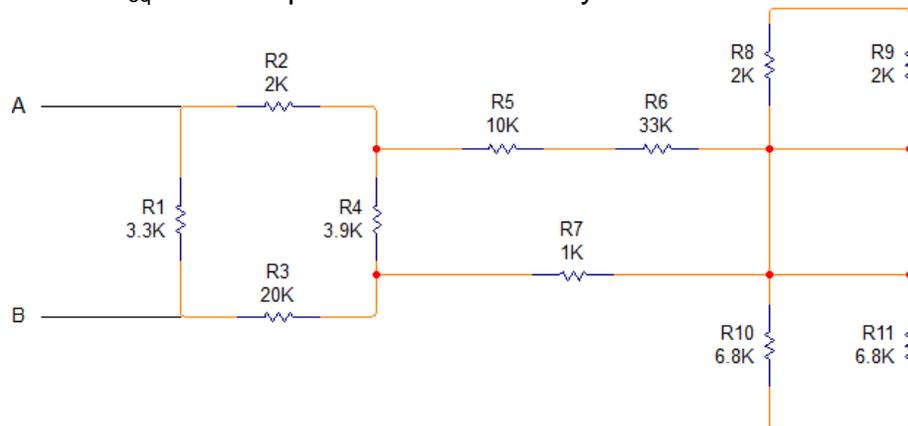
Como se señaló entre los criterios pedagógicos y se reflejó en la planeación, es importante que se propongan y analicen circuitos eléctricos que permitan ser implementados físicamente y sean legítimos para los simuladores. Por consiguiente, una de las tareas de los docentes, en la cual también pueden ayudar los estudiantes, es el diseño de este tipo de circuitos; los circuitos se pueden

adaptar de los muchos ejercicios que aparecen en los textos guía. Así pues, se presenta ejemplos de circuitos bajo esta premisa, y considerando además que se deben trabajar ejercicios de bajo, medio y alto nivel de complejidad en las sesiones de clase, talleres, quizzes ó exámenes escritos. Cada ejemplo que se presenta a continuación se acompaña con un enunciado.

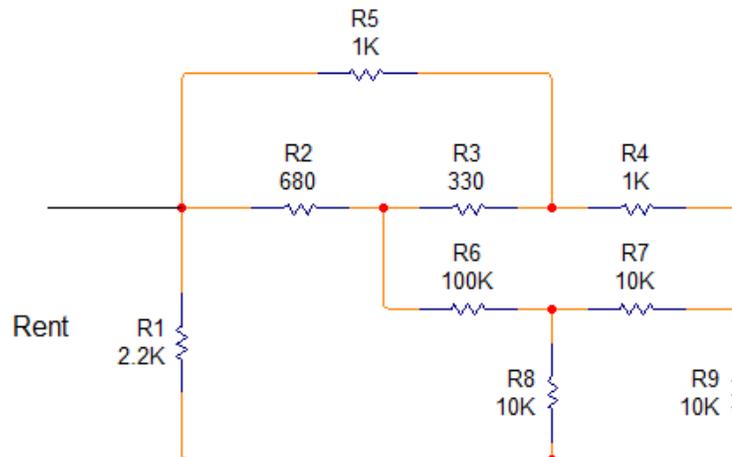
a) Determine la resistencia equivalente vista desde las terminales A y B, designada por  $R_{out}$ :



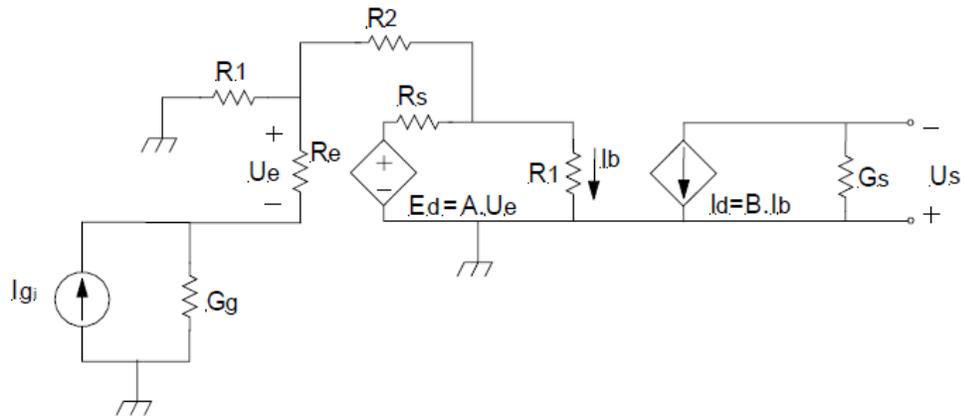
b) Determine la  $R_{eq}$  entre los puntos denotados A y B:



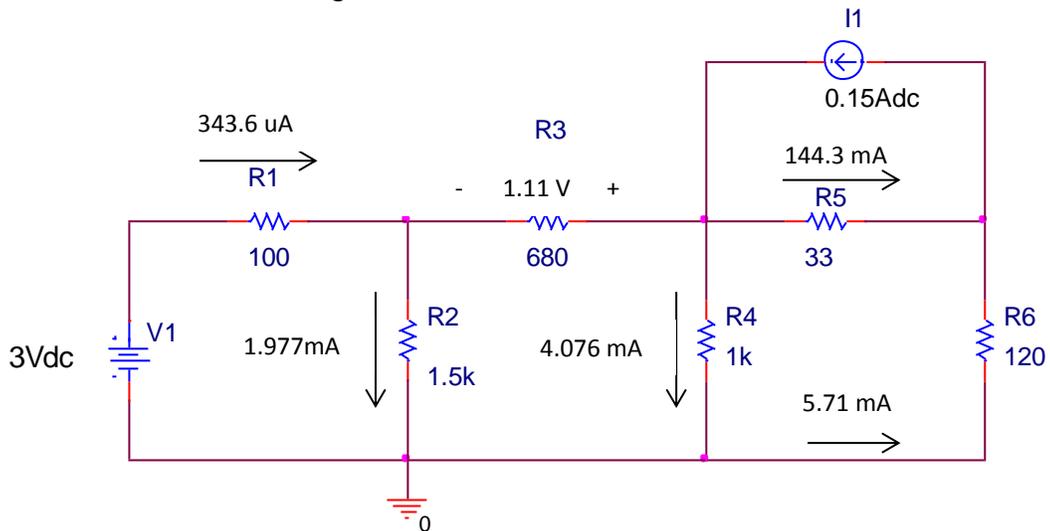
c) Calcule la resistencia de entrada  $R_{ent}$  para la red de la figura:



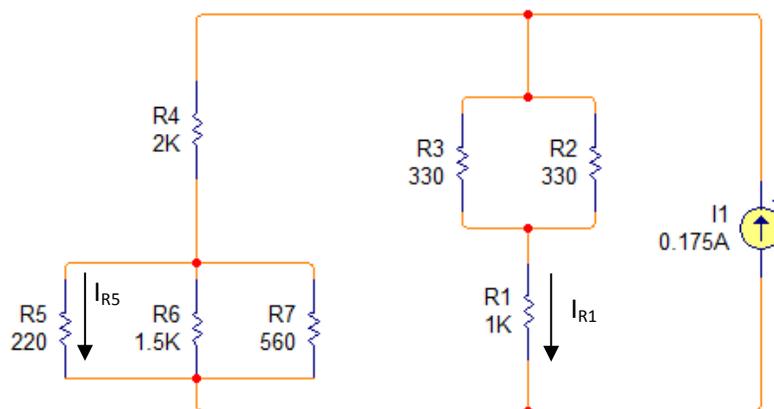
d) Identifique con el nombre cada uno de los símbolos presentes en el siguiente esquema eléctrico.



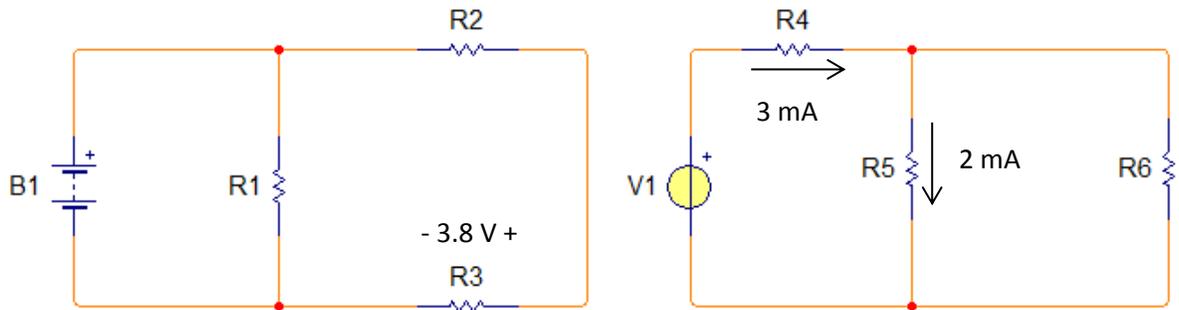
e) Compruebe que el Principio de Conservación de la energía se cumple en el circuito eléctrico de la figura 2:



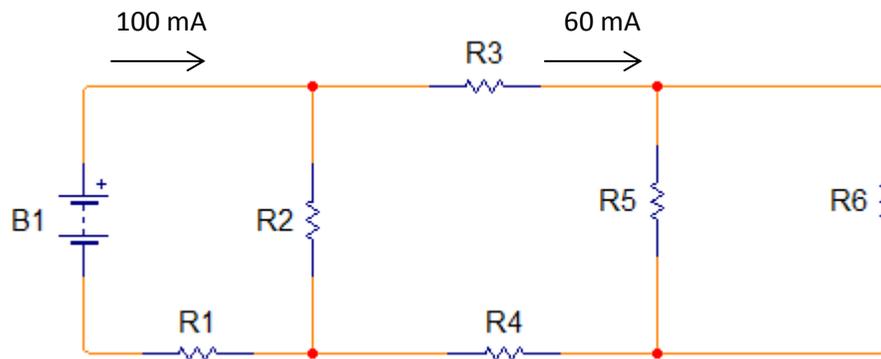
f) Para el siguiente circuito determine la corriente que circula por la resistencia de  $220\Omega$  y por la resistencia de  $1\text{K}\Omega$ .



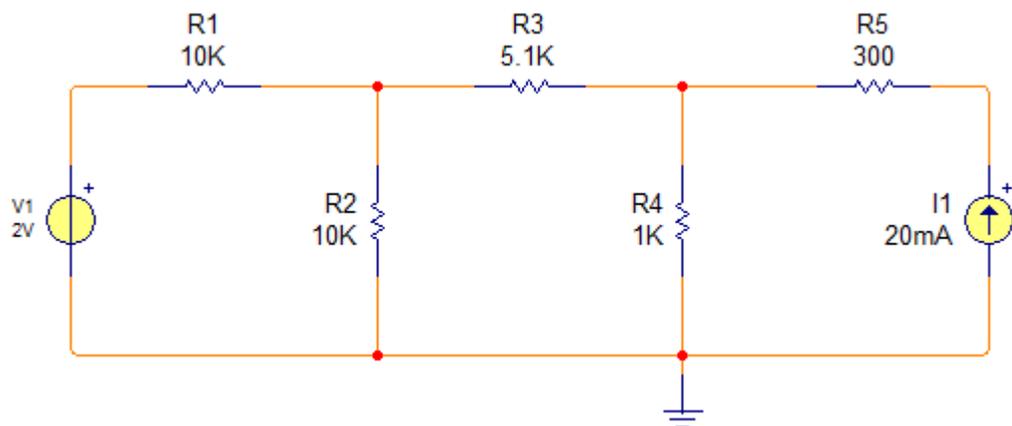
g) Diseñe los circuitos que cumplan las condiciones dadas:



h) Diseñe un circuito que cumpla con las condiciones de corriente señaladas en el siguiente esquema:

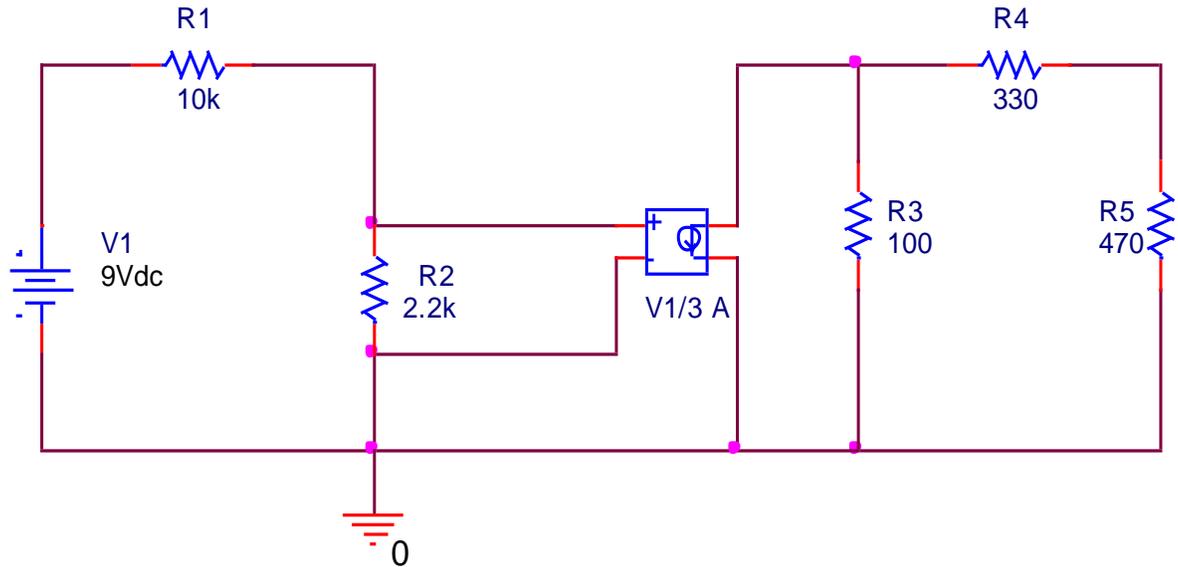


i) Para el circuito de la figura determine el voltaje sobre R1 y la corriente por R3, utilizando análisis nodal.

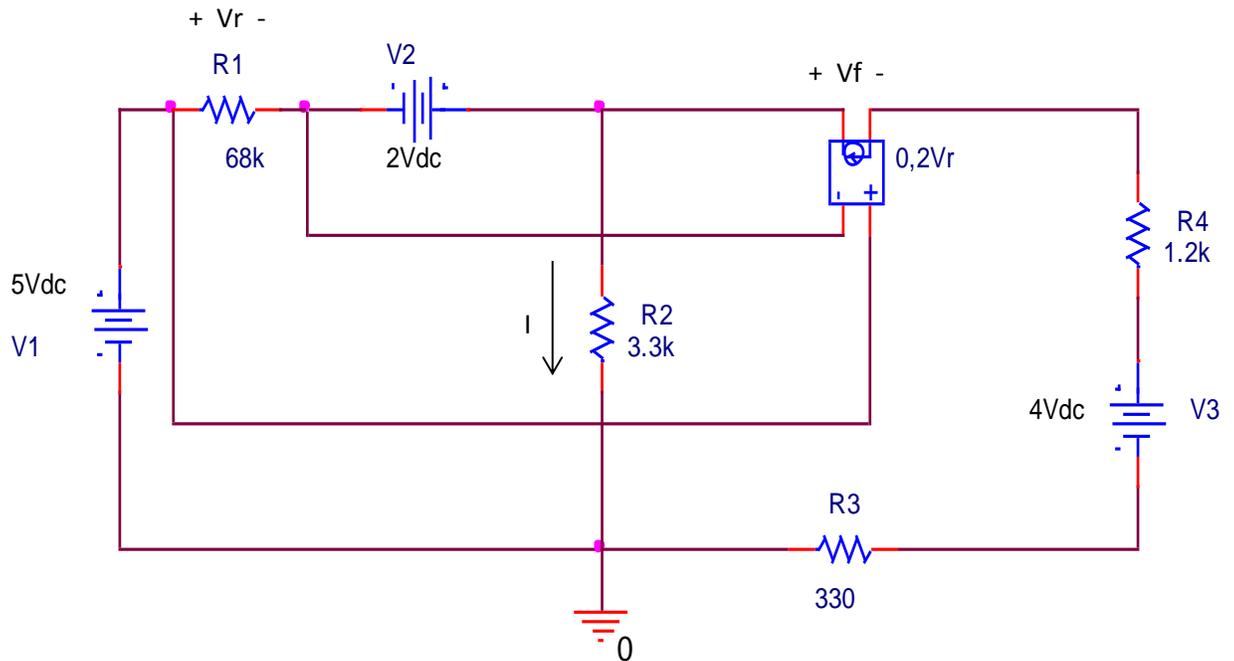


j) Para el circuito de la figura anterior determine las mismas cantidades eléctricas, pero utilizando el análisis de mallas.

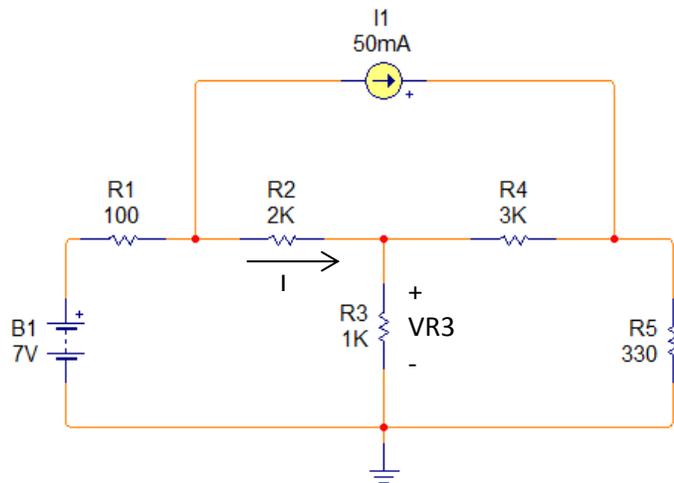
k) Determine el voltaje sobre la resistencia R5 en el circuito de la figura:



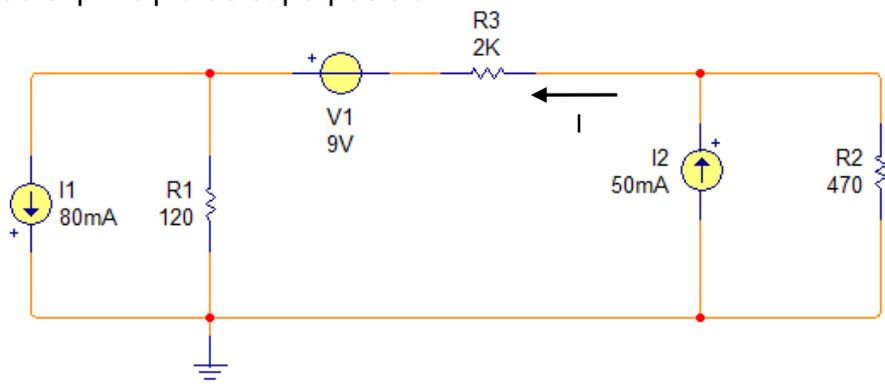
l) Para el circuito de la siguiente figura, encuentre la corriente  $I$  y el voltaje sobre la fuente dependiente. Realice el análisis de circuito por los métodos de nodos y por mallas.



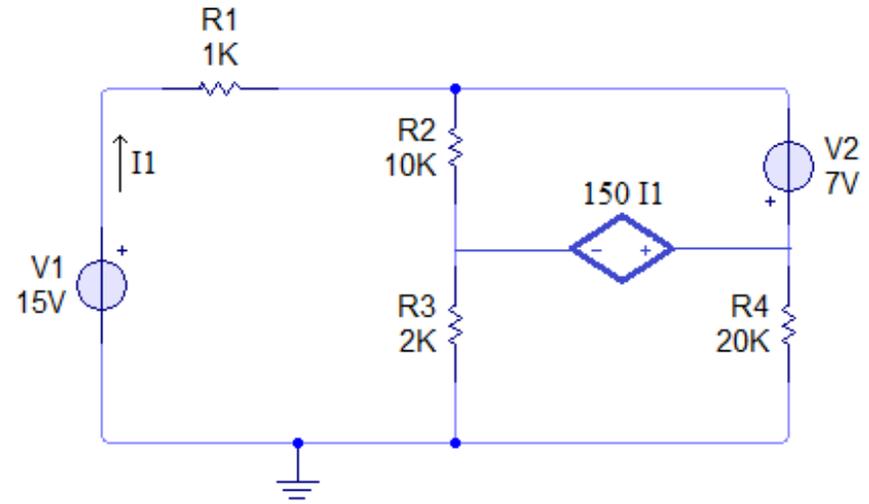
m) Para el circuito de la siguiente figura, encuentre la corriente  $I$  y el voltaje sobre la R3. Realice el análisis de circuito por los métodos de nodos, mallas y superposición:



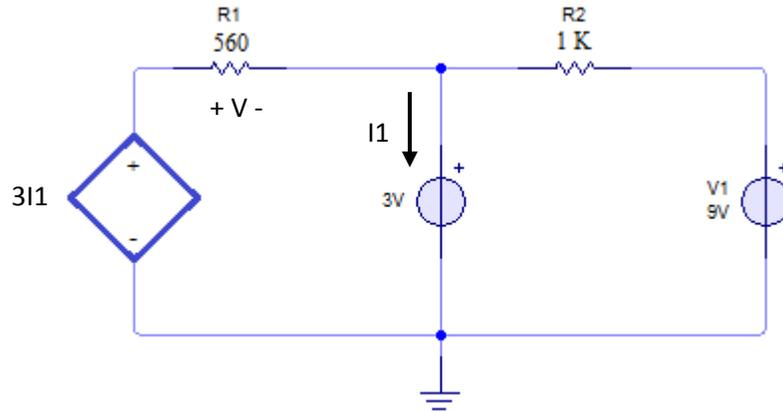
n) Determine la corriente I para el circuito: a) utilizando transformación de fuentes.  
 b) utilizando el principio de superposición.



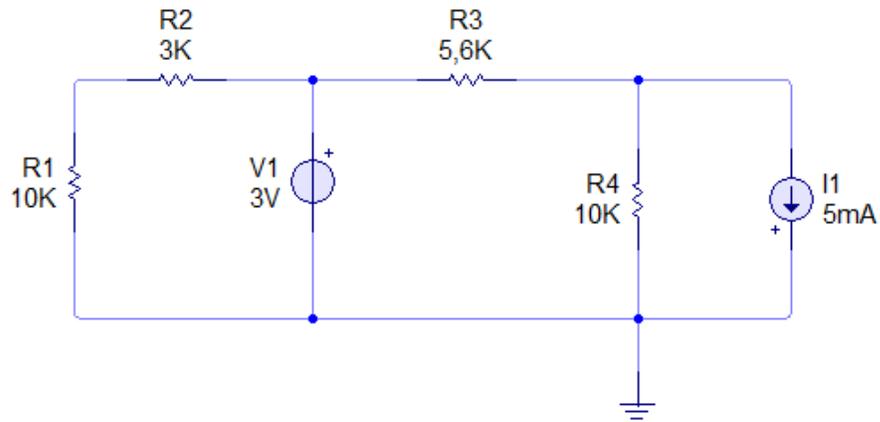
o) Para el circuito de la siguiente figura determine la potencia sobre R4.



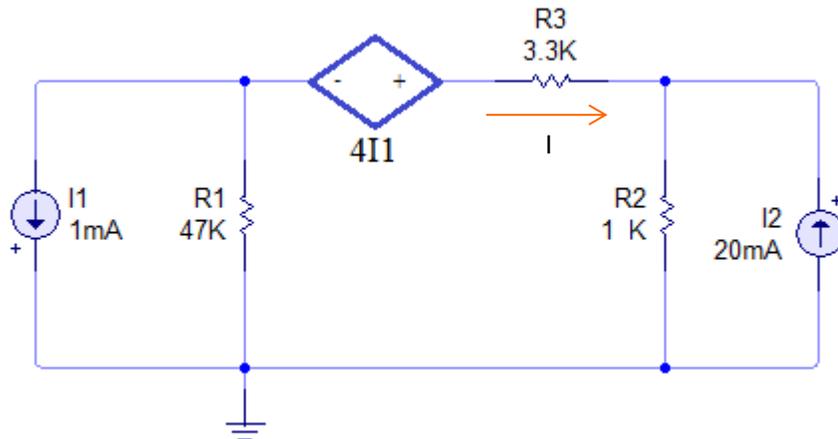
p) Determine el valor de la corriente  $I_1$  y del voltaje  $V$ , para el circuito de la figura.



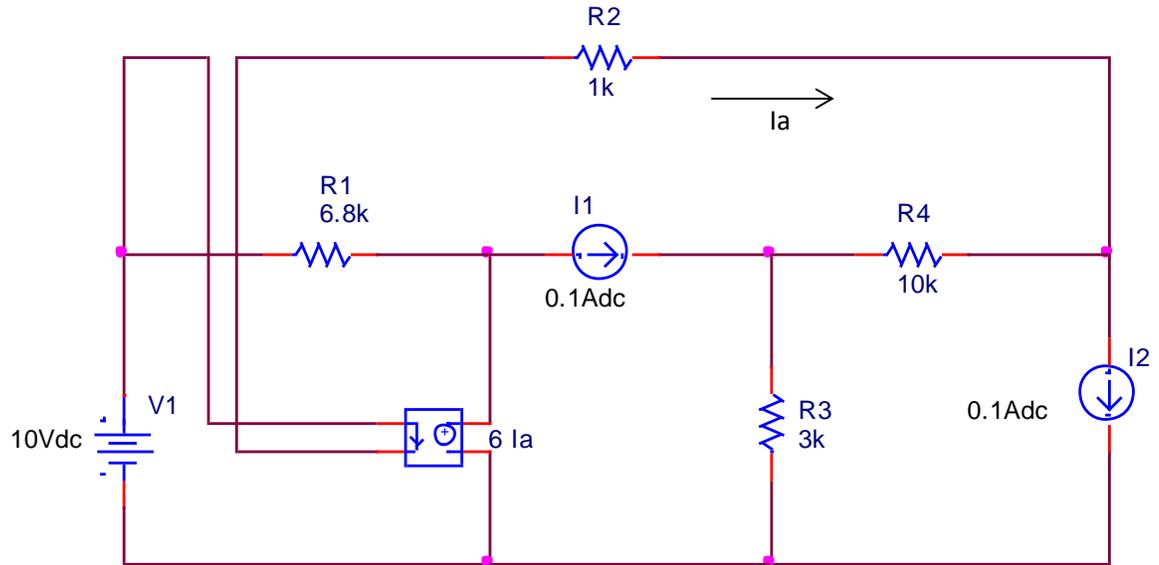
q) Determine la potencia disipada por el resistor de 5,6 K $\Omega$  en el circuito de la figura.



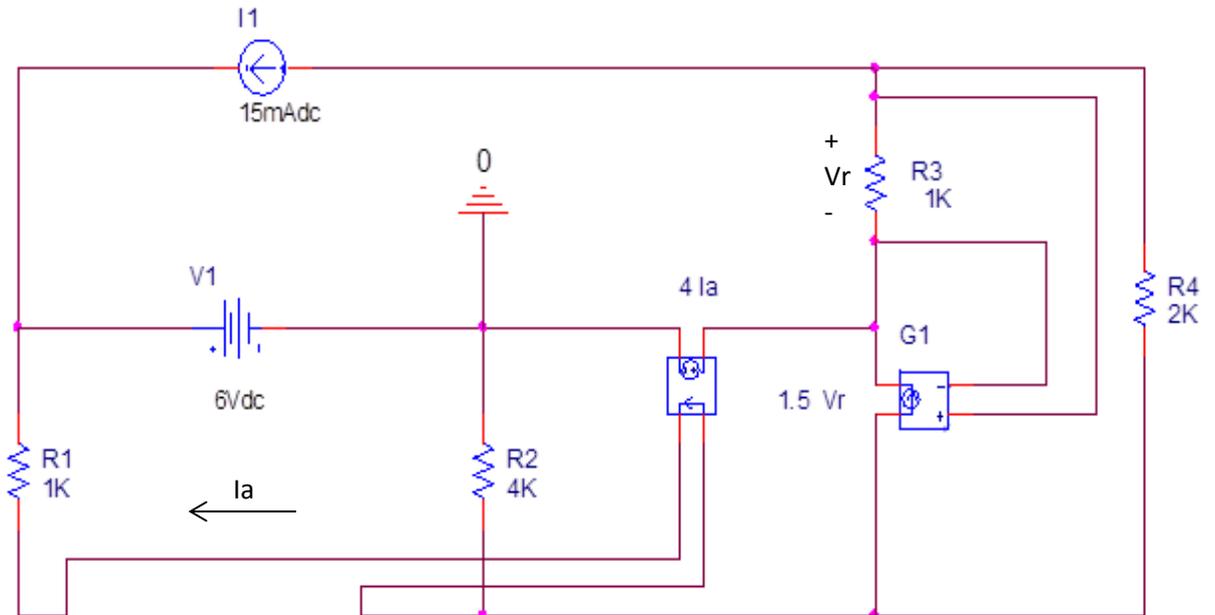
r) Obtenga la magnitud de la corriente  $I$  en el siguiente circuito:



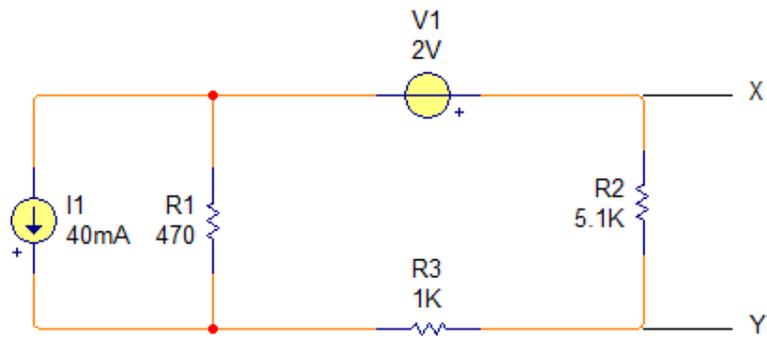
s) Examine para el circuito de la figura cuál es el valor de la corriente que circula por la resistencia R2:



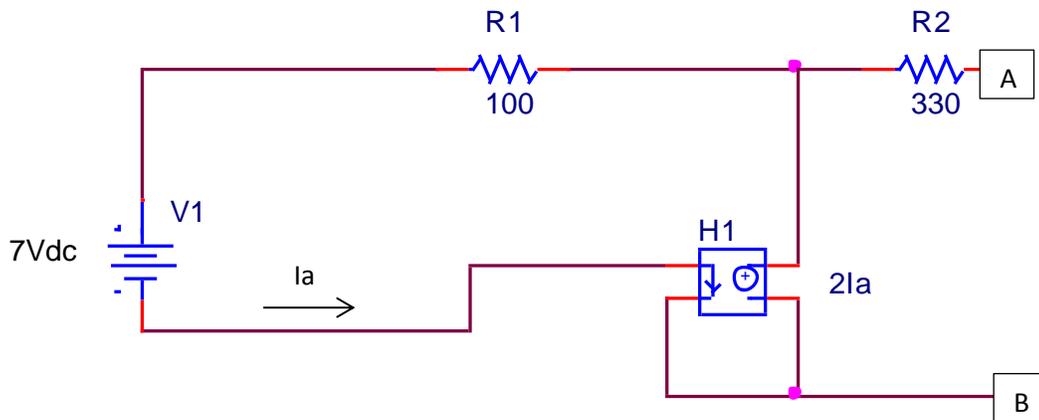
t) Aplique el análisis de circuito por supernodo y supermalla en el circuito que sigue y encuentre el valor de voltaje sobre R1 y la potencia sobre R3.



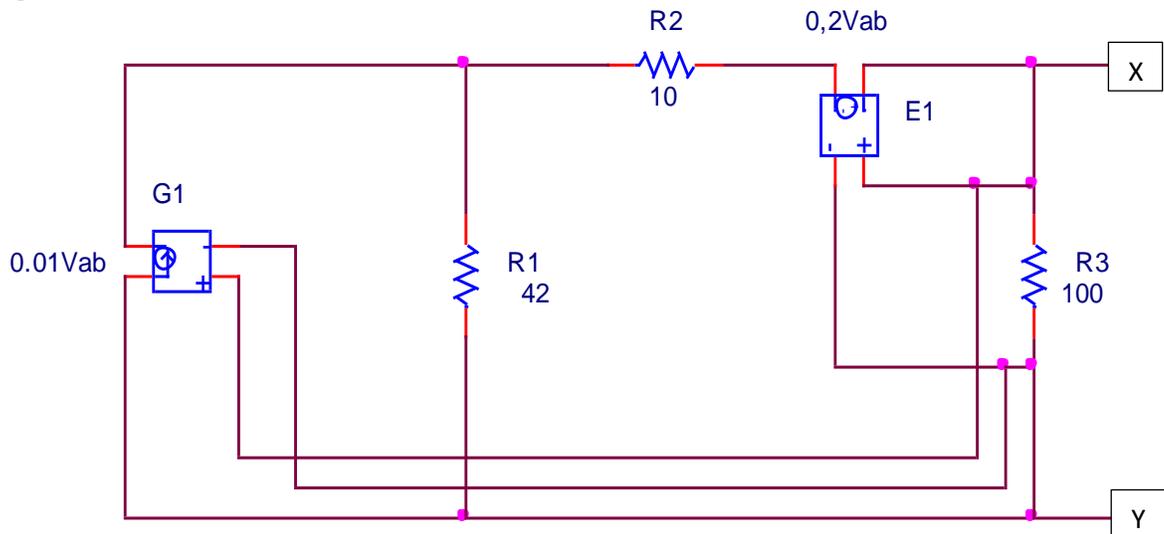
u) Obtenga el circuito equivalente de Thévenin y el de Norton entre los puntos X e Y de la siguiente red:



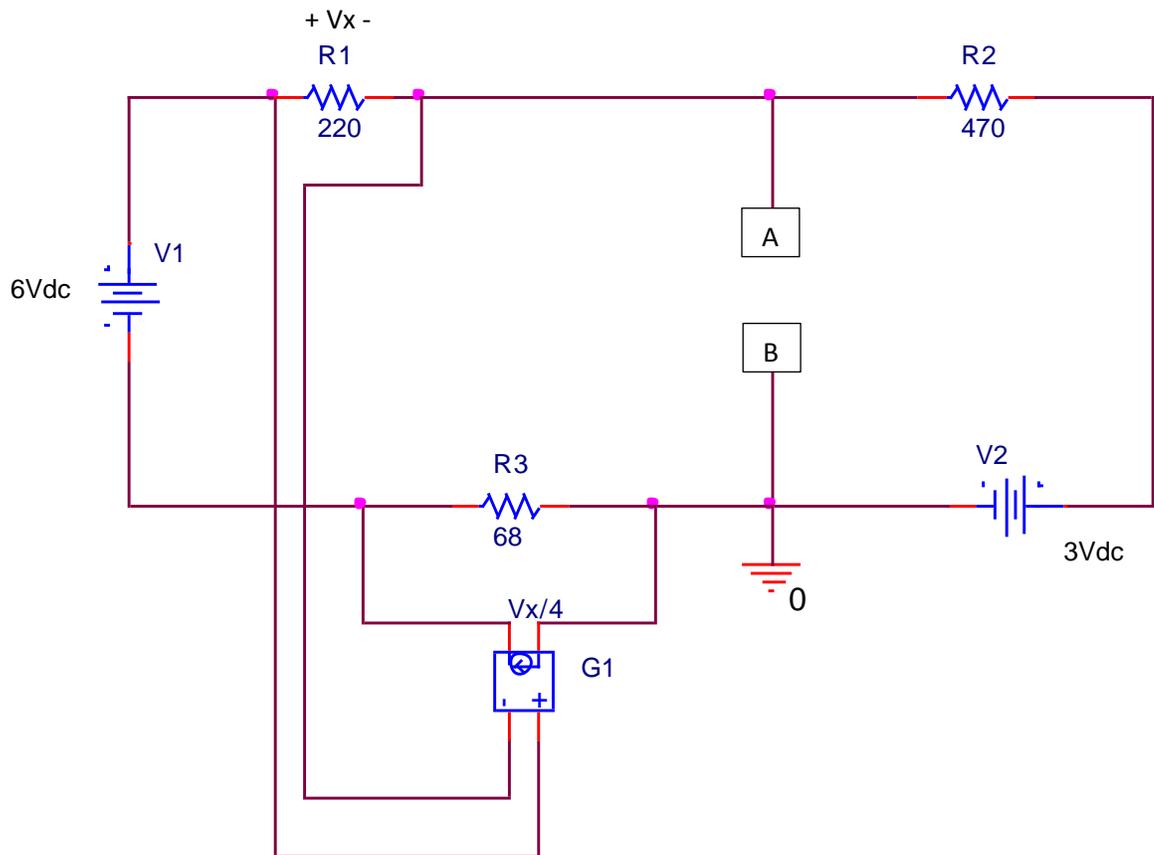
v) Determine los valores de  $R_{th}$ ,  $V_{cab}$  y  $I_{oc}$  que permiten construir un circuito equivalente para el circuito de la siguiente figura:



w) Obtenga el equivalente de Thévenin de la red de dos terminales mostrada en la figura:



x) Hallar para el siguiente circuito el equivalente de Thévenin y el de Norton entre las terminales A y B; determine el valor de la carga que cumple con el teorema de máxima transferencia de potencia:



4.2.3 Evaluación de los efectos de la aplicación de esta intervención pedagógica. Se inicia esta evaluación presentando los resultados de la prueba de entrada, luego mostrando las respuestas de los estudiantes a la sección *jactiva tus ideas!* de las guías de práctica de laboratorio, se continua con la transcripción de entrevistas a docentes y estudiantes, y se finaliza indicando el porcentaje de repitencia generado por la aplicación parcial en el programa de ingeniería electrónica de la Uptc Sogamoso y el porcentaje de repitencia generado por la aplicación total en el curso de circuitos DC de Uniminuto.

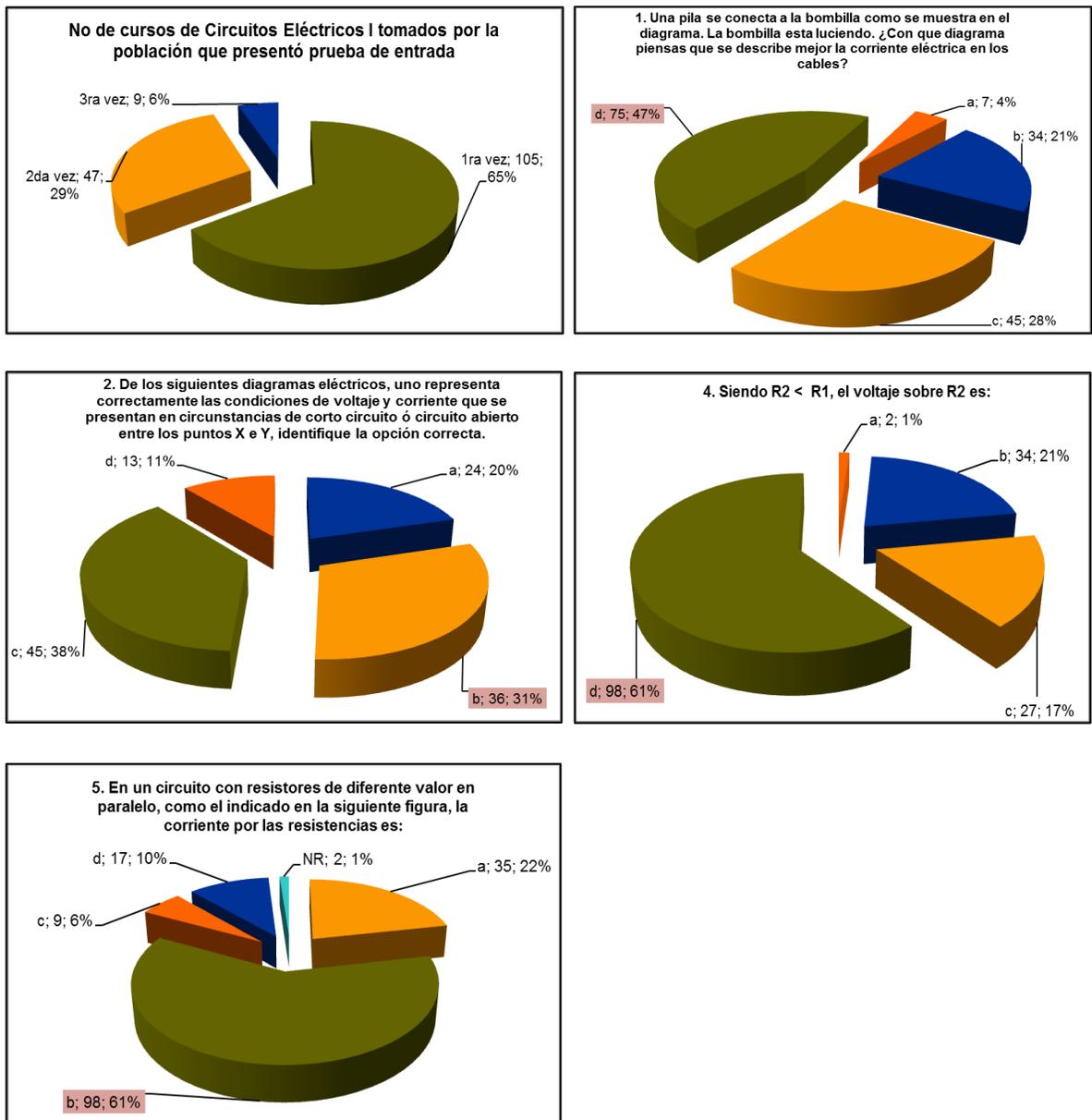
Por lo que se refiere a la prueba de entrada, se aplicó a 143 estudiantes, de los cuales 18 la presentaron en dos ocasiones (al repetir el curso), así se tienen 161 pruebas en total de estudiantes de la Uptc sede Sogamoso, Uptc sede principal Tunja, y de estudiantes de Uniminuto sede principal Bogotá, que inscribieron la asignatura circuitos eléctricos I (circuitos DC) en el II semestre de 2012 y en el I semestre de 2013.

La información obtenida se analizó desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo, en la figura 33 se presentan los resultados cuantitativos vistos para el conjunto de las 161 pruebas, y en la figura 34 se detallan los resultados de los

estudiantes de la Uptc sede Sogamoso que cursaron en el primer semestre de 2013 la asignatura. La opción correcta se muestra resaltada con rojo.

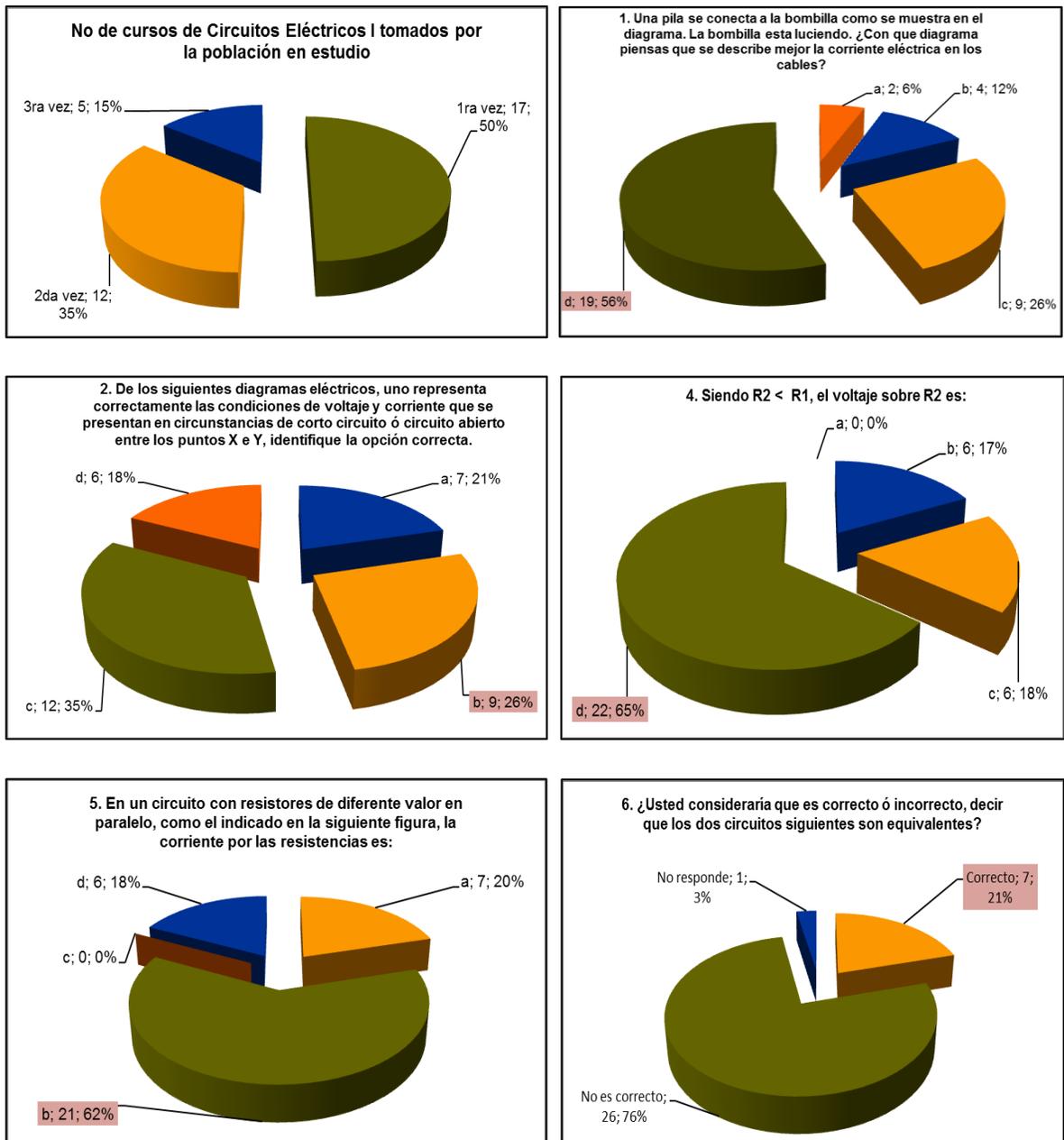
Con respecto a los resultados en conjunto se observa que la segunda pregunta fue la que presentó mayor dificultad, ya que solo el 31% de las pruebas revelan un preconcepto correcto al respecto, un 38% de los estudiantes optan por la opción C, que revela el preconcepto, equivocado, que en un circuito abierto la tensión es de cero voltios.

Figura 33. Resultados generales prueba de entrada



Los resultados en conjunto revelan también que un 53% de los estudiantes tienen un preconcepto desacertado con respecto al modelo de circulación de la corriente eléctrica. Las respuestas dadas a las preguntas cinco y seis indican que un 39% de los estudiantes no conocen las características del comportamiento de la tensión eléctrica y la corriente en circuitos serie y paralelo.

Figura 34. Resultados prueba de entrada estudiantes Uptc 2013-I sem.



Tanto para el conjunto de 161 pruebas de entrada, como para el grupo de estudiantes del programa en Sogamoso, la pregunta sobre las condiciones de voltaje y corriente en circunstancias de circuito abierto obtuvo un nivel bajo de acierto. Sobre el modelo de circulación de la corriente eléctrica y las características del comportamiento de la tensión eléctrica y la corriente en circuitos serie y paralelo hubo más aciertos en el grupo de estudiantes del programa de Sogamoso. Con respecto a las respuestas desacertadas se observa que un 26% de los estudiantes tiene un modelo de atenuación para la circulación de la corriente eléctrica; un 35% de los estudiantes tienen el preconcepto que en un circuito abierto la tensión es de cero voltios, un 21% revela que hay tensión en un corto y 18% considera que la corriente en un corto circuito es de 0A. Con respecto a la pregunta 4, un 18% de los estudiantes tiene un preconcepto a corregir con respecto a la conexión de elementos en paralelo, pues observaron que R2 está en paralelo con B1. Con respecto a la pregunta 5, un 20% de los estudiantes consideran que la corriente es la misma por cada rama en circuitos con elementos conectados en paralelo independientemente del valor de la resistencia; además un 18% considera que la corriente por cada rama es mayor en los elementos cercanos a la fuente de tensión. En síntesis, para el grupo de estudiantes del programa en Sogamoso -compuesto en un 50% por estudiantes que repiten la asignatura- el porcentaje de acierto para las preguntas 1, 4 y 5 oscila alrededor del 60%. Se aclara con respecto a la pregunta seis que de los siete aciertos solo tres justificaciones son correctas, dos de estudiantes que cursan por segunda vez y una de un estudiante que cursa por tercera vez, tres (17.6%) de 17 estudiantes que repiten curso.

El análisis cualitativo se realizó solo para los estudiantes, 75 en total, de la Uptc sede Sogamoso (34), Uptc sede principal Tunja (29) y Uniminuto sede principal (12), que cursan en el primer semestre de 2013 la asignatura bajo algunos de los parámetros establecidos con el presente trabajo. Teniendo en cuenta el marco teórico del presente trabajo, específicamente los instrumentos de conocimiento mencionados en la Tabla 9 (pág. 21), se clasificó los preconceptos de cada uno de los estudiantes. Los resultados de este análisis cualitativo fue enviado a los docentes que dirigían cada uno de los cursos y cada uno se encargó de dar a conocer los resultados de manera personal al estudiante. En la tabla 30 se presentan los resultados de este análisis para los estudiantes del programa de Sogamoso.

Al analizar los resultados de la tabla 30 se observa que alrededor del 25% de los estudiantes no revela, o revela sutilmente, los preconceptos que tiene sobre corriente eléctrica, voltaje y la relación entre estas dos cantidades eléctricas. Se descubre que aproximadamente un 33% de los preconceptos revelados se pueden clasificar como nociones, un 19% como proposiciones, un 6% como proposiciones expresadas en lenguaje matemático, apenas un 1% como conceptos, y un 16% son preconceptos que expresan la dificultad del estudiante para distinguir entre la definición de corriente eléctrica y voltaje. Con respecto a las nociones se

encuentran algunas expresadas como definiciones en función de la utilización <<es para>>, en términos de Piaget “bajo la doble influencia del finalismo y la dificultad de justificación” (p.43, 1964/1994). Dentro de las proposiciones es evidente que en algunos casos el estudiante recurre a la ley de Ohm para establecer el concepto de corriente y voltaje, por tanto se hace necesario que ellos incorporen a su estructura cognoscitiva proposiciones construidas a partir de las explicaciones de la física eléctrica. En el proceso que cada estudiante lleva es importante hacer el esfuerzo para que consoliden buenas nociones y proposiciones que sirvan como vehículo hacia la construcción de conceptos.

Tabla 30. Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso

No PRUEBA	Estudiante	CURSA POR:	PREG 1	PREG 2	PREGUNTA 3 Corriente eléctrica, voltaje, relación corriente-voltaje			PREG 4	PREG 5	PREG 6	JUSTIFICACIÓN PREGUNTA 6	OBSERVACIÓN
81	Estudiante 37	1 vez	c	d		energía q' se puede almacenar o distribuir para la cantidad de voltaje q' algún objeto necesite para funcionar.  Tiene una Noción, define en función de la utilización "es para".		c	b	No es correcto		*Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Falta la definición de circulación de la corriente por el camino con menor resistencia. Noción incorrecta de la corriente en un corto cto al indicarla como cero. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. *La rta a la pregunta 4 evidencia que hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. Pues considero que R2 estaba en paralelo con B1. *No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, se desconoce el porque, pues no justifico la respuesta.
82	Estudiante 8	3 vez	d	b	Es el paso de la carga eléctrica por un conductor en determinado tiempo.  Tiene una proposición, define en función de la relación establecida por una ecuación matemática.	Es el trabajo necesario para mover cargas desde un punto A a un punto B del campo eléctrico.  Concepto	A medida que aumenta el voltaje aumenta la corriente y viceversa, debido a la ley de Ohm $v=I.R$  Paso de una noción a una proposición.	d	b	No es correcto	porque el voltaje ni la corriente son iguales en los dos circuitos	*Estudiante con preconceptos correctos, defino la relación I-V por medio de la Ley de Ohm. *Falta poco para construir conceptos más sólidos de voltaje, corriente y su relación. *A pesar de recibir el curso en dos ocasiones anteriores, desconoce la teoría de equivalente de Thevenin y Norton. *En general dio las mismas respuestas que las dadas cuando presento por primera vez la prueba de entrada, solo cambio: la rta de la relación I-V y la justificación del 6 punto, la anterior vez se justifico porque al hacer transformación de fuentes no obtuvo la red equivalente presentada.
83	Estudiante 17	1 vez	c	c	Cantidad de intensidad propagada en un circuito o carga que puede pasar un aparato.  Tiene una noción en función de carga.	cantidad que un circuito puede almacenar  Tiene una Noción, define en función de la utilización "es para".	El voltaje de un circuito es proporcional a la corriente del circuito.  Tiene una proposición, pues define en relación a la proporcionalidad.	d	b	No es correcto	Por que creo que en la red A se diferencia al tener una batería	*Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Hace falta construir otras nociones, luego proposiciones y finalmente los conceptos de voltaje, corriente y su relación. *Concepto de equivalencia por comparación de presencia o ausencia de elementos de circuito. No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente.
84	Estudiante 20	2 vez	d	b			son los dos componentes que conforman las magnitudes de la energía  Null	d	b	No es correcto	No porque al usar transformación de las fuentes en el circuito del lado izquierdo la fuente de corriente no obtiene el mismo valor de la derecha.	*Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Conoce de la posibilidad de obtener un cto equivalente, acude a principios validos, pero no obtiene la respuesta correcta.
85	Estudiante 21	2 vez	a	d	Carga eléctrica del circuito su unidad de medida es el amperio.  Tiene una noción en función de carga.		la relación entre estas dos cantidades se llama potencia  Tiene una proposición, pues define en relación a la ley de Watt.	d	b	No es correcto		*Tiene un Modelo unipolar de la corriente, no ve necesario un conductor de retorno para cerrar el circuito. *Falta la definición de circulación de la corriente por el camino con menor resistencia. Noción incorrecta de la corriente en un corto cto al indicarla como cero. *Falta construir otras nociones a partir de la física eléctrica, otras proposiciones para llegar a los conceptos de voltaje, corriente y su relación. *No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, se desconoce el porque, pues no justifico la respuesta.
86	Estudiante 4	1 vez	b	b				d	a	No es correcto	la cantidad de mA es diferente y ya tiene una alimentación de 4v que la otra no tiene	*Tiene un modelo concurrente de la corriente: "La corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume en la bombilla". *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es la misma independientemente del valor de la resistencia de cada rama. *Concepto de equivalencia por comparación de presencia o ausencia de elementos de circuito. No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente.

Continuación Tabla 30. Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso

87	Estudiante 9	1 vez	b	b				d	a	No es correcto	la suma de las resistencias es igual en ambos circuitos pero en el segundo no hay valor para el voltaje	"Tiene un modelo concurrente de la corriente: "La corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume en la bombilla". *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es la misma independientemente del valor de la resistencia de cada rama. *Ve la posibilidad de la equivalencia, deduce una Rth, pero por ausencia de fuente de tensión no considera equivalente la segunda red presentada.
88	Estudiante 28	2 vez	d	a	cantidad de carga por unidad de tiempo a través de una sección transversal  Tiene una proposición, define en función de la relación establecida por una ecuación matemática.	corriente por resistencia  Tiene una proposición fundamentada en una expresión matemática.	$V=I \cdot R$  Se hace necesario pasar de un lenguaje matemático a un lenguaje proposicional.	d	b	Correcto	la resistencia de thevenin es 5k	"Noción equivocada de la tensión en un corto circuito, pues la considero de 9V. *Falta construir otras nociones y proposiciones a partir de la teoría de la física eléctrica que conduzcan a construir los conceptos de voltaje, corriente y su relación. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *Conoce la teoría de equivalente de Thévenin y la aplicó para calcular Rth. *Hay un cambio positivo en las respuestas que ha dado con respecto a las respuestas dadas cuando presento por primera vez la prueba de entrada, construyo proposiciones, el concepto de tensión y corriente en condiciones de circuito abierto y aplicó ya Thévenin.
89	Estudiante 3	2 vez	c	c	se entiende como la fuerza de corriente que transporta un determinado número de electrones desde un punto a otro  Tiene una noción basada en flujo de electrones, pero relacionada con la definición de tensión.	Es la cantidad de electrones que transitan en un medio específico  Null		d	d	No es correcto	Pa que la primera red ademas de tener un mayor amperaje tiene un voltaje de 4v	"Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es menor en elementos que estén distantes de la fuente de tensión. *Concepto de equivalencia por comparación de presencia o ausencia de elementos de circuito. No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente. *En términos generales no cambia los preconceptos que evidenció al presentar por primera vez esta prueba de entrada.
90	Estudiante 18	1 vez	d	c	Es la que pasa por un circuito eléctrico  Tiene una noción, define en función de la utilización "es para".	Es el cual se le aplica a un circuito  Tiene una noción, define en función de la utilización "es para".	La corriente eléctrica varía dependiendo el circuito y el voltaje depende en q' punto de el circuito se tome y pues si existe relación para calcular el circuito porque uno depende de otro  Noción	d	a	No es correcto	no se	"Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir otras nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es la misma independientemente del valor de la resistencia de cada rama. *No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, se desconoce el porque, pues no justificó la respuesta.
91	Estudiante 6	1 vez	b	a	es la intensidad que pasa por el circuito  Noción	Tampoco se	no se	b	b	No es correcto	es desconocido el voltaje del segundo circuito y la corriente es mas alta en el primero	"Tiene un modelo concurrente de la corriente: "La corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume en la bombilla". *Noción equivocada de la tensión en un corto circuito, pues la considero de 9V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Por la rta a la pregunta 4 considera que el voltaje aumenta a medida que atraviesa elementos ó como R1 es mayor se opone mucho más al paso de la corriente que R2, por tanto en R2 se tendrá mayor voltaje. Hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. *Concepto de equivalencia por presencia o ausencia de fuente de tensión, y por comparación de la magnitud de las fuentes de corriente.

Continuación Tabla 30 Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso

92	Estudiante 34	2 vez	c	b	Flujo de electrones en el tiempo es el trabajo necesario para mover una carga  Tiene una proposición incompleta.	es el trabajo necesario para mover una carga  Tiene una proposición que al completarla llegaría a ser concepto.	la corriente son cargas en movimiento y el voltaje es el trabajo con el que se mueven esas cargas.  Proposición	b	b	Correcto	Haciendo una transformación de fuentes  En realidad varias transformaciones de fuente.	*Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Falta construir otras proposiciones a partir de la teoría de circuitos eléctricos y de la física eléctrica, así complementaría los actuales conceptos de voltaje, corriente y su relación. *Por la rta a la pregunta 4 considera que el voltaje aumenta a medida que atraviesa elementos ó como R1 es mayor se opone mucho más al paso de la corriente que R2, por tanto en R2 se tendría mayor voltaje. Hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. *Conoce de la posibilidad de obtener un cto equivalente, acude a un principio valido (a una técnica de análisis de ctos). *Con respecto a la primera prueba de entrada presentada, siguió sin cambiar el preconcepto erróneo de flujo de corriente. Cambio de preconcepto correcto a equivocado en la pregunta 4.
93	Estudiante 31	3 vez	c	c	Flujo de cargas eléctricas que pasa a través de cualquier dispositivo eléctrico.  Tiene una noción en función de carga.	es lo que se mide en (se refiere en su desposicion)  Null	Es indispensable en el analisis de cualquier circuito eléctrico.  Null	c	b	No es correcto	el valor de la fuente es incorrecta y las dos resistencias no estan en serie	*Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *La rta a la pregunta 4 evidencia que hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. Pues considero que R2 estaba en paralelo con B1. *Ve la posibilidad de obtener un equivalente pero no comprende bien la manera de obtenerlo. *Con respecto a la primera prueba de entrada solo conservo los preconceptos de las preguntas 2 y 3c. Cambio de preconcepto correcto a equivocado en la pregunta 4.
94	Estudiante 13	1 vez	c	a	es la cantidad de voltaje que pasa a través de una resistencia  Null			d	b	No es correcto	la suma de las resistencias no es la misma en el primero por ser casi todo en serie que en la segunda de la de 5K esta en paralelo	*Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Noción equivocada de la tensión en un corto circuito, pues la considero de 9V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *conoce y aplicó bien la ley de ohm. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *No conoce de la teoría de equivalente de Norton, pero por la respuesta se confirma que diferencia y reconoce elementos conectados en serie y en paralelo.
95	Estudiante 27	1 vez	d	c	Provee la energía para realizar el flujo de corriente  Null	Es el que da el impulso para el circuito  Tiene una noción, define en función de la utilización "es para".	Al haber mayor voltaje hay un flujo de corriente mayor  Una proposición basada en proporcionalidad	d	d	No es correcto	En la red A vemos una fuente voltaje por ende la corriente directa varia	*Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir nociones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es menor en elementos que esten distantes de la fuente de tensión. *Concepto de equivalencia por comparación de presencia o ausencia de elementos de circuito.
96	Estudiante 5	1 vez	d	c	el flujo de electrones en un circuito (a través de los elementos)  Noción	El consumo (de un determinado elemento en el circuito), de corriente, relacionado con el mismo, la cantidad de energía que abastece el circuito  Tiene una Noción, define en función de la utilización "es para".	Se podría decir que la relación en un circuito, es que a mayor corriente mayor voltaje, se encuentran en una relación directamente proporcional.  Tiene una proposición, pues define en relación a la proporcionalidad.	b	d	No es correcto	Pues el circuito 1, además de poseer una fuente de corriente, posee también una de voltaje, que no se encuentra en el circuito II, por ende al hacer la simplificación del circuito II, será muy diferente a la mostrada en el circuito I.	*Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta complementar las nociones, construir otras proposiciones y llegar a los conceptos de voltaje, corriente y su relación. *Por la rta a la pregunta 4 considera que el voltaje aumenta a medida que atraviesa elementos ó como R1 es mayor se opone mucho más al paso de la corriente que R2, por tanto en R2 se tendría mayor voltaje. Hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es menor en elementos que esten distantes de la fuente de tensión. *Concepto de equivalencia por comparación de presencia o ausencia de fuente de tensión. Ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico a un equivalente, pero no conoce el como obtenerlo.

Continuación Tabla 30. Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso

97	Estudiante 30	1 vez	c	b	es el movimiento de electrones que viajan por un conductor eléctrico.  Noción	La cantidad de electrones que se mueven por dicho conductor.  Null: No distingue voltaje de la noción de corriente.	A pesar que su definición es casi parecida, c/u cumple con funciones diferentes.	b	b	No es correcto	la corriente que pasa por cada resistencia varía notablemente  *Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Por la rta a la pregunta 4 considera que el voltaje aumenta a medida que atraviesa elementos ó como R1 es mayor se opone mucho más al paso de la corriente que R2, por tanto en R2 se tendrá mayor voltaje. Hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. *Ve la posibilidad de obtener un circuito equivalente, acudiendo a la comparación de las magnitudes de corriente por las resistencias.
98	Estudiante 1	2 vez	d	c	Es la que circula sobre un objeto o aparato eléctrico.  *Hace una Norton, debió en función de la obtención "los puros"			d	b	No es correcto	*Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, se desconoce el porque, pues no justificó la respuesta. *Con respecto a la primera prueba de entrada presentada sigue sin construir nociones claras que lo aproximen a los conceptos de I, V y su relación. No ha cambiado el preconcepto erróneo de flujo de corriente. Logro un avance pues comprendo la relación de las cantidades eléctricas en elementos conectados en serie y en paralelo. Sin embargo es evidente que con el primer curso no conocio la teoría respecto al equivalente de th y Norton.
99	Estudiante 33	2 vez	d	d	cantidad de carga que viaja a través de un circuito  Noción	no se	no se	d	b	No es correcto	No se puede olvidar la fuente de voltaje *Falta la definición de circulación de la corriente por el camino con menor resistencia. Noción incorrecta de la corriente en un corto cto al indicarla como cero. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *Concepto de equivalencia por comparación de presencia o ausencia de elementos de circuito. Al no encontrar una fuente de tensión el circuito no se hace equivalente. Desconoce la teoría de equiv. de Norton, o la técnica de transformación de fuente no conocio dicha teoría con el primer curso de circuitos.
101	Estudiante 15	1 vez	d	a	Son las cargas positivas y negativas que viajan a través de un cable de luz o circuito  Noción	intensidad con la cual viaja o se presenta la corriente  Null: No distingue voltaje de la noción de corriente.	que la corriente eléctrica son cargas que viajan y se relaciona con el voltaje xq el voltaje es con la intensidad que se presenta la corriente.	d	a	Correcto	porque la resistencia de 2k y 3k están en serie por lo cual se puede sumar y convertir en uno 5k *Noción equivocada de la tensión en un corto circuito, pues la considero de 9V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es la misma independientemente del valor de la resistencia de cada rama. * Por la rta en 6 se evidencia también la necesidad de aclarar el concepto de elementos conectados en serie (a menos que conozca como obtener la Rth). Ve la posibilidad de obtener un circuito equivalente.
102	Estudiante 16	1 vez	d	c				c	b	No es correcto	*Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *La rta a la pregunta 4 evidencia que hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. Pues considero que R2 estaba en paralelo con B1. *No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, se desconoce el porque, pues no justificó la respuesta.

Continuación Tabla 30. Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso

103	Estudiante 19	1 vez	d	d	Energía generada por el movimiento de los electrones  Noción	Medida de la intensidad del flujo de corriente  Null, confunde con noción de corriente.		c	a	No es correcto		*Falta la definición de circulación de la corriente por el camino con menor resistencia. Noción incorrecta de la corriente en un corto circuito al indicarla como cero. *Falta construir las nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *La rta a la pregunta 4 evidencia que hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. Pues considero que R2 estaba en paralelo con B1. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es la misma independientemente del valor de la resistencia de cada rama. *No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, se desconoce el porque, pues no justificó la respuesta.
104	Estudiante 25	1 vez	c	b	Flujo sobre un circuito  Null		la relación entre estas unidades eléctricas es la intensidad reflejada por estos en cada componente del circuito  Null	b	d	No es correcto	similitud física, distintos valores	*Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Falta construir las nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Por la rta a la pregunta 4 considera que el voltaje aumenta a medida que atraviesa elementos. Hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es menor en elementos que estén distantes de la fuente de tensión. *Concepto de equivalencia por comparación de presencia o ausencia de elementos de circuito. Sin embargo observa una similitud entre las redes, producto de ver la carga semejante en las dos redes.
105	Estudiante 11	1 vez	d	c	es la cantidad de energía eléctrica que circula por un determinado circuito  Null	es la cantidad de energía que se genera gracias a una fuente eléctrica.  Tiene una noción, fundamentada en la propiedad de una fuente de tensión.	en un circuito paralelo la corriente eléctrica depende del voltaje y los $\Omega$ de cada una resistencia. En circuito en serie; el voltaje depende de la cantidad de corriente eléctrica que circula por este mismo, además de cada resistencia	d	d	No es correcto	por que estos circuitos no dan los mismos valores a al aplicar la ley de ohm y kirchhoff	*Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es menor en elementos que estén distantes de la fuente de tensión. *Ve la posibilidad de obtener un equivalente, acude a los conocimientos que tiene, pero no obtiene la red propuesta como equivalente, pues desconoce la teoría de Norton y de transformación de fuente.
106	Estudiante 32	1 vez	c	a	la corriente eléctrica es el flujo de electrones a través de un conductor de forma como la cantidad de estos sobre la velocidad de tiempo  Tiene una proposición pero hay que ajustarla para llegar al concepto.	es la fuerza que impulsa el flujo de electrones  Noción	las dos se relacionan por la ley de ohm mediante $V=IR$	c	a	No es correcto	Ya que no se puede establecer la suma de las dos resistencias que están en serie con respecto a la de 1k pasar de serie a paralelo.	*Considera que la corriente es menor inmediatamente después de atravesar el elemento (Tiene un modelo de atenuación). *Noción equivocada de la tensión en un corto circuito, pues la considero de 9V. *Falta poco para construir las proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. *La rta a la pregunta No 4 evidencia que hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. Pues considero que R2 estaba en paralelo con B1. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es la misma independientemente del valor de la resistencia de cada rama. *Ve la posibilidad de obtener un equivalente, pero no conoce el como obtenerlo. Su rta se fundamenta en la imposibilidad de obtener una Req de 5K porque las dos resistencias de la red original no están en serie.
107	Estudiante 26	2 vez	d	b	Es el flujo de electrones de un nivel alto de potencial a uno de menor potencial  Proposición, pues relaciona dos	cantidad de carga que existe de un punto con respecto a otro  Noción	para que haya una corriente eléctrica debe haber una diferencia de potencial de un punto respecto a otro	d	b	Correcto		*Estudiante con preconceptos correctos, sin embargo hace falta complementar las proposiciones y el concepto de tensión, corriente y su relación. *Asume que es correcto el equivalente pero se desconoce la justificación a su respuesta. *Con respecto a la primera prueba de entrada se evidencia un avance en la construcción y comprensión de los conceptos.

Continuación Tabla 30. Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso

108	Estudiante 7	2 vez	d	c	es la cantidad de carga de electrones que pasa por una sección transversal  Noción	Es la fuerza con que la corriente eléctrica pasa por una sección  Noción	el voltaje depende de la cantidad de corriente eléctrica que pasa y la resistencia que esta tiene en su camino  Proposición, basada en la definición de ley de ohm.	d	b	No responde		*Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Hay que dar el paso para construir proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Puede reparar los conceptos de física eléctrica y los de teoría de circuitos. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *No conoce de la teoría de equivalente de Th y Norton, a pesar de ya haber recibido un primer curso en circuitos eléctricos. *Con respecto a la primera prueba de entrada cambio en esta segunda ocasión la noción correcta de circuito abierto. Ya no vio la posibilidad de obtener un equivalente.
109	Estudiante 12	3 vez	b	d	Flujo de energía por un circuito  Null	Capacidad de alimentación en un circuito  Tiene una Noción, define en función de la utilización "es para".	El voltaje alimenta haciendo que corra por todo el circuito la energía  Noción de la proporcionalidad entre voltaje y corriente	c	a	Correcto	Porque al multiplicar la resistencia de 2k por 4 V nos da 8 mA y los multiplico por la fuente de 2 mA y me da 1.6 mA en la fuente de corriente resultante	*Tiene un modelo concurrente de la corriente: "La corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume en la bombilla". *Falta la definición de circulación de la corriente por el camino con menor resistencia. Noción incorrecta de la corriente en un corto cto al indicarla como cero. *Falta construir las nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *La rta a la pregunta 4 evidencia que hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. Pues considero que R2 estaba en paralelo con B1. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es la misma independientemente del valor de la resistencia de cada rama. *Conoce de la posibilidad de obtener un circuito equivalente pero la justificación no es del todo clara, parece incorrecto el procedimiento utilizado (a menos que hay utilizado transformación de fuente). *Caso delicado puesto que el estudiante ya recibio dos curso de circuitos eléctricos, se hace necesario un trabajo personalizado.
110	Estudiante 35	3 vez	d	a	flujo de electrones que pasa a través de un area transversal en un tiempo determinado  Proposición	cantidad de corriente eléctrica que fluye en un tiempo determinado.  Null, confunde con noción de corriente.	no recuerdo	d	b	Correcto	porque haciendo la transformación de B1 y reduciendo las fuentes se obtiene la fuente I2 Equivalente y de igual forma con las resistencias.	*Noción equivocada de la tensión en un corto circuito, pues la considero de 9V. *Falta construir nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *Conoce de la posibilidad de obtener un circuito equivalente, acude y aplica la tecnica de transformación de fuente, pero no tiene comprendida la teoría de Norton para obtener el equivalente. *Con respecto a la primera prueba que presento cambio la proposición correcta que tenia de voltaje y cambio la noción correcta que tenia de circuito abierto.
111	Estudiante 14	1 vez	d	c			Se relacionan por medio de la ecuación donde se dice que la corriente es igual al voltaje dividido por la resistencia  Proposición basada en la ley de ohm	b	b	No es correcto	No se pueden sumar fuentes de corriente y voltaje	*Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta construir las nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica. *Por la rta a la pregunta 4 considera que el voltaje aumenta a medida que atraviesa elementos ó como R1 es mayor se opone mucho más al paso de la corriente que R2, por tanto en R2 se tendrá mayor voltaje. Hace falta comprender el comportamiento de la I (y su relación con la R) y el V en circuitos con elementos en serie. *No ve la posibilidad de obtener un equivalente cuando se tienen circuitos con fuentes de tensión y de corriente, partiendo de una premisa valida de no poder sumarlas.

Continuación Tabla 30. Análisis cualitativo prueba de entrada estudiantes Uptc Sogamoso

112	Estudiante 29	2 vez	a	c	Es el conductor de los electrones para moverse en un campo  Noción que puede complementarse para llegar a ser una proposición.	es la fuerza con la que se mueve un electron de un punto a otro  Proposición	que los dos mueven electrones pero de diferente manera  No	d	b	No es correcto	Porque no se puede introducir una fuente de voltaje en la red 2	*Tiene un Modelo unipolar de la corriente, no ve necesario un conductor de retorno para cerrar el circuito. *Hace falta el concepto de voltaje en condiciones de circuito abierto pues lo considero 0 V. *Falta terminar de construir las proposiciones que lleven a un concepto de voltaje, corriente y su relación. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *Concepto de equivalencia por presencia o ausencia de fuente de tensión, al no estar presente en la red equivalente considera que no son equivalentes. Sin embargo es un estudiante que ya recibió un primer curso de circuitos. *El estudiante cambio preconceptos correctos revelados en la primera prueba de entrada que presentó, es un caso de abandono de buenas nociones después de recibir un primer curso de circuitos.
113	Estudiante 24	3 vez	d	b	Flujo de cargas por un conductor  Noción	potencial electrico entre dos puntos  Noción que al completarla pasaria a ser proposición o concepto.	$V=I \cdot R$  Proposición fundamentada en una ecuación matemática. Se hace necesario pasar de un lenguaje matemático a un lenguaje proposicional.	d	b	Correcto	Al parecer se aplica el principio de superposición y transformación de fuentes.	*Estudiante con preconceptos correctos, definió la relación $I-V$ por medio de la Ley de Ohm. *Falta poco para construir proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario repasar los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos. *Al ser un estudiante que ya cursado la asignatura dos veces evidencia no conocer la teoría de Thevenin y Norton. *Con respecto a la primera prueba diagnostica corrigió el concepto de corriente en elementos conectados en paralelo. Se evidencia nuevamente la necesidad de trabajar en la teoría y práctica de transformación de fuente, Thevenin y Norton.
114	Estudiante 22	2 vez	d	a	Flujo de electrones a través de un conductor  Noción	potencial electrico, fuerza electromotriz  Noción	son directamente proporcionales  Noción	d	b	No es correcto	no son equivalentes pues al aplicar thevenin los ctos y sus elementos no coinciden	*Noción equivocada de la tensión en un corto circuito, pues la considero de 9V. *Falta construir otras nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Repasando los conceptos de la física eléctrica y de la teoría de circuitos puede llegar a mejores construcciones. *Conceptos correctos de cantidades eléctricas en circuitos con elementos en serie y paralelo. *Conoce de la teoría de Thevenin y Norton, sin embargo no la aplica bien, las confunde pues considera que es un equivalente de thevenin. *Con respecto a la primera prueba diagnostica que presento, mejoró notablemente los preconceptos, sin embargo no avanzo hacia la construcción de proposiciones y conceptos.
115	Estudiante 2	2 vez	d	d	es el flujo de electrones que pasa por un material el cual tenga la capacidad de generar un campo electrico  Noción		la relacion es directamente proporcional todo, esto se concluye en la relacion $V=I \cdot R$ y siempre y cuando la resistencia se mantenga constante  Proposición basada en la relación que establece la ley de ohm	d	d	No es correcto		*Falta la definición de circulación de la corriente por el camino con menor resistencia. Noción incorrecta de la corriente en un corto cto al indicarla como cero. *Falta construir otras nociones, proposiciones y los conceptos de voltaje, corriente y su relación. Es necesario acudir a los conceptos de la física eléctrica. *No tiene claro el comportamiento de las cantidades eléctricas en circuitos con elementos conectados en paralelo; ya que considera que la corriente es menor en elementos que están distantes de la fuente de tensión. *No ve la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, se desconoce el porque, pues no justifico la respuesta. Se evidencia que no conoció de la teoría de Norton ó de transformación de fuente en el primer curso de circuitos eléctricos. *Con respecto a la primera prueba diagnóstica, se puede decir que persiste el error en la consideración de las cantidades eléctricas en los circuitos con elementos conectados en paralelo.

Por otra parte, con respecto a las respuestas de los estudiantes a la sección *jactiva tus ideas!* de las guías de práctica de laboratorio, se presenta primero las respuestas de los estudiantes del programa de tecnología en electrónica de Uniminuto sede principal.

En la tabla 31, se presenta las respuestas a las preguntas de la primera práctica de laboratorio, se resalta con naranja las respuestas correctas. De las respuestas de los 10 estudiantes que presentaron la actividad, se observa que solo un estudiante reveló preconceptos correctos para cada una de las preguntas, el estudiante E3. De manera global se observa que todos respondieron de manera acertada a la pregunta 1, es decir tenían un preconcepto correcto, el cual fue confirmado con el desarrollo de la práctica. A la pregunta 2, cuatro estudiantes revelaron tener un preconcepto equivocado. La consulta a, fue realizada por la mayoría de los estudiantes. La consulta b, acerca de la diferencia entre la magnitud indicada por el multímetro y la magnitud proporcionada por el osciloscopio al medir una señal sinusoidal, fue realizada solo por 3 estudiantes. A la pregunta 3, cinco de los 10 estudiantes responden de manera correcta en cuanto a que la dirección de la corriente no cambia después de pasar por un elemento de circuito. A la pregunta 4, seis estudiantes revelan un preconcepto equivocado pues consideran que la magnitud de la corriente cambia después de atravesar un elemento de circuito. La pregunta 5 es respondida correctamente por todos, pero dos estudiantes la escriben como "hom". La puesta en acuerdo solo fue realizada por dos de los cinco grupos, en los dos grupos se revelo el cambio de un preconcepto correcto; en un grupo, al que pertenecía el estudiante E3, cambio el preconcepto correcto de pregunta P3; en el otro grupo cambiaron el preconcepto correcto de la pregunta 4. Sobre lo evidenciado con la puesta en acuerdo grupal, los preconceptos correctos de los integrantes del grupo no fueron lo suficientemente argumentados como para ser acogidos por los demás integrantes.

Tabla 31. Respuestas *jactiva tus ideas!* laboratorio No 1-Uniminuto

<b>RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uniminuto</b>							
<b>Guía de laboratorio No 1</b>							
<b>Estudiante</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>Consulta a</b>	<b>Consulta b</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
E1	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	Si	Ley de hom
E2	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E3	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E4	b	b	No	Rta incorrecta	No cambia	Si	Ley de Ohm
E5	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E6	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de hom
E7	b	b	Si	NR	NR	No	Ley de Ohm
E8	b	c	Si	Rta incorrecta	Cambia	NR	Ley de Ohm
E9	b	c	Si	Rta incorrecta	Cambia	Si	Ley de Ohm
E10	b	c	Si	Rta incorrecta	No cambia	Si	Ley de Ohm
E11	b	c	Si	NR	NR	Si	Ley de Ohm
E12	b	b	NR	Rta correcta	Cambia	Si	Ley de Ohm

NP: No Presentó

NR: No Responde

En la tabla 32, se presenta las respuestas a las preguntas formuladas en la sección *¡activa tus ideas!* de la segunda práctica de laboratorio.

De las respuestas de los 12 estudiantes que presentaron la actividad, se observa que cuatro estudiantes revelaron preconceptos correctos para cada una de las preguntas. De manera global, se observa que la mayoría de estudiantes respondieron de manera acertada a las preguntas 1 y 4. A la pregunta 2, cuatro estudiantes revelaron tener un preconcepto errado. A la pregunta 3, cuatro estudiantes consideraron que la corriente no cambia de valor al aumentar la magnitud de la fuente de voltaje, porque se mantuvo el valor de la resistencia. La pregunta 5, reveló que el 50% de los estudiantes no distingue la característica eléctrica de los elementos conectados en paralelo. Para este segundo laboratorio, la puesta en acuerdo fue realizada por los cinco grupos, revelando en tres grupos la aceptación de un preconcepto correcto de alguno de los integrantes; en los dos grupos restantes las respuestas individuales coincidían, por tanto la puesta de acuerdo reflejo los mismos preconceptos.

Tabla 32. Respuestas *¡activa tus ideas!* laboratorio No 2-Uniminuto

<b>RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uniminuto</b>					
<b>Guía de laboratorio No 2</b>					
<b>Estudiante</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
E1	c	a	a	c	b
E2	a	c	c	a	b
E3	c	c	a	b	c
E4	c	c	a	b	c
E5	c	b	a	b	c
E6	c	c	c	b	c
E7	c	c	c	b	a
E8	c	c	a	b	c
E9	c	c	a	b	c
E10	c	a	a	b	a
E11	c	b	a	b	a
E12	c	c	c	b	a

En la tabla 33, se presenta las respuestas a las preguntas formuladas en la sección *¡activa tus ideas!* de la tercera práctica de laboratorio.

De las respuestas de los 11 estudiantes que presentaron la actividad, se observa que tres revelaron preconceptos correctos para cinco de las seis preguntas. Con respecto a la pregunta 5 ninguno de los estudiantes acierta con la respuesta correcta, la mayoría consideraron que la sumatoria de los voltajes en la trayectoria cerrada sería de 9V, los estudiantes E6 y E7 consideraron que sería menor a 9V.

De manera global, se observa que la mayoría de estudiantes respondieron de manera acertada a las preguntas 1 y 3 (aunque el estudiante E2 a la pregunta 1 sustenta su respuesta de manera incorrecta pues menciona "son iguales ya que están en paralelo"). A la pregunta 2, todos los estudiantes revelaron tener un preconcepto correcto. A la pregunta 4, tres estudiantes revelaron no tener claro la característica eléctrica que comparten los elementos conectados en paralelo. La pregunta 6, reveló que el 60% de los estudiantes infieren que la corriente por R4 se divide para fluir por las otras; tres de los estudiantes consultaron sobre la ley de Kirchhoff para corriente. Para este tercer laboratorio, la puesta en acuerdo fue realizada solo por un grupo, cambiando dos preconceptos erróneos compartidos por dos de los integrantes.

Tabla 33. Respuestas *¡activa tus ideas!* laboratorio No 3-Uniminuto

<b>RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uniminuto</b>						
<b>Guía de laboratorio No 3</b>						
<b>Estudiante</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
E1	c	b	c	c	b	correcto
E2	c	b	c	c	b	incorrecto
E3	a	b	c	c	b	correcto
E4	c	b	c	d	b	correcto
E5	c	b	c	c	b	NR
E6	c	b	a	d	c	correcto
E7	c	b	c	d	c	incorrecto
E8	c	b	c	c	NR	incorrecto
E9	c	b	c	c	b	NR
E10	c	b	c	c	b	correcto
E11	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E12	c	b	c	c	b	correcto

NP: No Presentó

NR: No Responde

En la tabla 34, se presenta las respuestas a las preguntas formuladas en la sección *¡activa tus ideas!* de la cuarta guía de práctica de laboratorio.

De las respuestas de los 11 estudiantes que presentaron la actividad, se observa que cuatro revelaron preconceptos correctos para tres de las cuatro preguntas. Con respecto a la situación problema planteada, ninguno de los estudiantes propone una solución. Se observa también que todos los estudiantes respondieron de manera acertada a la pregunta 1. A la pregunta 2, la mayoría de los estudiantes revelaron tener un preconcepto correcto, solo los estudiantes E8 y E9 consideraron que la potencia que entrega el circuito equivalente de Thévenin es menor, lo anterior al insinuar que  $V_{th}$  es menor al valor de tensión de la red inicial. A la pregunta 3, siete estudiantes revelaron tener como preconcepto que la carga

extrae la potencia máxima a la fuente  $V_{th}$  cuando la  $R_{th}$  es menor a la resistencia de carga. Para este cuarto laboratorio, la puesta en acuerdo fue realizada por todos los grupos, pero compartían los mismos preconceptos por tanto no cambiaron las respuestas.

Tabla 34. Respuestas ¡activa tus ideas! laboratorio No 4-Uniminuto

<b>RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uniminuto</b>				
<b>Guía de laboratorio No 4</b>				
<b>Estudiante</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Situación problema</b>
E1	c	a	a	NR
E2	c	a	a	NR
E3	c	a	c	NR
E4	NP	NP	NP	NP
E5	c	a	a	NR
E6	c	a	c	NR
E7	c	a	c	NR
E8	c	c	a	NR
E9	c	c	a	NR
E10	c	a	a	NR
E11	c	a	a	NR
E12	c	a	c	NR

NP: No Presentó      NR: No Responde

Por lo que se refiere a las respuestas de los estudiantes del programa de ingeniería electrónica de Sogamoso, es necesario aclarar que ellos desarrollaron la práctica de laboratorio después de ver las sesiones teóricas, sin embargo se presentan las respuestas dadas con el objeto analizar los preconceptos revelados con la actividad, al aplicarla después de ver la teoría. Se recuerda que en el marco teórico se citaron estudios que señalan que los preconceptos no cambian con solo procesos de instrucción.

En la tabla 35, se presenta las respuestas a las preguntas de la primera práctica de laboratorio. De las respuestas de los 34 estudiantes que presentaron la actividad, se observa que solo ocho revelaron preconceptos acertados para cada una de las preguntas. A la pregunta 1 cinco estudiantes revelaron la necesidad de la práctica para medir los voltajes absolutos y concluir que el preconcepto era equivocado. Con respecto a la consulta por la diferencia entre la magnitud indicada por el multímetro y la del osciloscopio al medir una señal sinusoidal, 12 estudiantes no consultaron y revelan los preconceptos que siguen: “una es más precisa que la otra”, el osciloscopio muestra una señal... “mientras que el multímetro nos arroja un valor numérico”, “estas medidas varían entre dispositivos ya que cada uno tiene un rango de error distinto”. Con respecto a la pregunta 4, seis estudiantes no respondieron.

Tabla 35. Respuestas *¡activa tus ideas!* laboratorio No 1-Uptc Sogamoso

RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uptc Sogamoso							
Guía de laboratorio No 1							
Estudiante	P1	P2	Consulta a	Consulta b	P3	P4	P5
E1	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E2	b	b	NR	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E3	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E4	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E5	b	c	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E6	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E7	b	b	NR	NR	No cambia	NR	Ley de Ohm
E8	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E9	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E10	b	b	NR	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E11	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	NR	Ley de Ohm
E12	b	b	No	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E13	b	NR	Si	Rta correcta	No cambia	NR	Ley de Ohm
E14	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	NR	Ley de Ohm
E15	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E16	a	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E17	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E18	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E19	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E20	a	b	No	Rta correcta	No cambia	Si	Ley de Ohm
E21	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E22	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E23	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E24	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E25	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E26	a	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E27	b	c	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E28	a	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E29	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E30	b	NR	Si	Rta correcta	No cambia	NR	Ley de Ohm
E31	b	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E32	a	b	Si	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E33	b	b	Si	Rta incorrecta	No cambia	No	Ley de Ohm
E34	b	b	No	Rta correcta	No cambia	No	Ley de Ohm
E35	b	b	NR	NR	No cambia	NR	Ley de Ohm
E36	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E37	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

NP: No Presentó

NR: No Responde

En la tabla 36, se presenta las respuestas a las preguntas de la segunda práctica de laboratorio. De las respuestas de los 31 estudiantes que presentaron la actividad, se observa que 20 revelaron preconceptos correctos para cada una de las preguntas. Se observa que la pregunta 5 fue en este caso contestada desafortunadamente por nueve estudiantes eligiendo las opciones a y b (al igual que los estudiantes de Uniminuto), lo anterior revela nuevamente un preconcepto visto en las pruebas de entrada, pues el estudiante considera que a menor resistencia

menor es la oposición al paso de la corriente (lo cual es cierto) y por tanto el voltaje sobre esta es mayor, independientemente que esté conectado a una fuente en paralelo.

Tabla 36. Respuestas *¡activa tus ideas!* laboratorio No 2-Uptc Sogamoso

<b>RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uptc Sogamoso</b>					
<b>Guía de laboratorio No 2</b>					
<b>Estudiante</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
E1	c	c	a	b	c
E2	c	c	a	b	c
E3	c	c	a	b	c
E4	c	c	a	b	c
E5	c	c	NR	NR	NR
E6	NP	NP	NP	NP	NP
E7	c	c	a	b	c
E8	c	c	a	b	c
E9	c	c	a	b	c
E10	c	c	a	b	c
E11	c	c	a	b	a
E12	c	c	a	b	c
E13	c	c	a	b	c
E14	c	c	a	b	a
E15	c	c	a	b	c
E16	c	c	a	a	b
E17	NP	NP	NP	NP	NP
E18	c	c	a	b	a
E19	c	c	a	b	a
E20	a	c	a	b	a
E21	c	c	a	b	a
E22	c	c	a	b	c
E23	NR	NR	NR	NR	NR
E24	c	c	a	b	a
E25	NR	NR	NR	NR	NR
E26	c	c	a	a	b
E27	c	c	NR	NR	NR
E28	c	c	a	b	c
E29	c	c	a	b	c
E30	c	c	a	b	c
E31	c	c	a	b	c
E32	c	c	a	b	c
E33	c	c	a	b	c
E34	c	c	a	b	c
E35	c	c	a	b	c
E36	NP	NP	NP	NP	NP
E37	NP	NP	NP	NP	NP

NP: No Presentó

NR: No Responde

En la tabla 37, se presenta las respuestas a las preguntas formuladas en la sección *¡activa tus ideas!* de la tercera práctica de laboratorio. De las respuestas de los 28 estudiantes que presentaron la actividad, se observa que 12 revelaron preconceptos acertados para cada una de las preguntas.

Tabla 37. Respuestas *¡activa tus ideas!* laboratorio No 3-Uptc Sogamoso

<b>RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uptc Sogamoso</b>						
<b>Guía de laboratorio No 3</b>						
<b>Estudiante</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
E1	c	b	c	c	d	NR
E2	c	b	c	c	d	correcto
E3	c	b	c	c	d	correcto
E4	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E5	c	b	c	c	d	correcto
E6	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E7	c	b	c	c	c	NR
E8	c	b	c	c	d	correcto
E9	c	b	c	c	d	correcto
E10	c	b	c	c	d	correcto
E11	c	b	c	c	d	correcto
E12	c	b	c	c	NR	NR
E13	c	b	c	c	c	NR
E14	c	b	c	c	d	correcto
E15	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E16	c	b	c	c	d	NR
E17	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E18	c	c	c	c	d	NR
E19	c	c	c	c	d	NR
E20	c	c	c	c	c	correcto
E21	c	b	c	c	c	correcto
E22	c	b	c	c	d	NR
E23	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E24	c	b	c	c	c	correcto
E25	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E26	c	b	c	c	d	NR
E27	c	b	c	c	d	correcto
E28	c	b	c	c	d	correcto
E29	c	b	c	c	d	NR
E30	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E31	c	b	c	c	d	correcto
E32	c	b	c	c	d	correcto
E33	c	b	c	c	d	NR
E34	c	b	c	c	NR	NR
E35	c	b	c	c	c	NR
E36	NP	NP	NP	NP	NP	NP
E37	NP	NP	NP	NP	NP	NP

NP: No Presentó

NR: No Responde

Al igual que para los estudiantes de Uniminuto la pregunta 5 de este tercer encuentro con la sesión *jactiva tus ideas!*, generó dificultad, en Uniminuto para todos pues no conocían las leyes de Kirchhoff y en la Uptc para ocho estudiantes. Pero hay una diferencia en la opción escogida, los estudiantes de Uniminuto optaron por la respuesta b, mientras que los estudiantes de la Uptc por la opción c; siendo esta última una mejor opción. Esto último se presenta a mi parecer porque los estudiantes de la Uptc han trabajado ya análisis de circuitos mientras los de Uniminuto hasta ahora empezaban; probablemente se manifiesta que los estudiantes de la Uptc mediante un proceso de observación reflexión de la teoría están construyendo una noción necesaria para responder correctamente a la pregunta planteada. Lo que sí es excepcional es que conociendo las leyes de Kirchhoff los estudiantes no respondan correctamente a la pregunta 6, por lo cual necesitan de la práctica de laboratorio para abstraer el principio, la ley de Kirchhoff para la corriente.

En la tabla 38, se presenta las respuestas a las preguntas formuladas en la sección *jactiva tus ideas!* de la cuarta práctica de laboratorio. De las respuestas de los 27 estudiantes que presentaron la actividad, en esta oportunidad ningún estudiante revela preconceptos acertados para todas las preguntas. A las preguntas 1 y 2 todas las respuestas revelan preconceptos correctos, a la pregunta 3, 12 estudiantes conocen el teorema de transferencia de potencia máxima, conocen un concepto, y aciertan en la respuesta. Con respecto a la situación problema planteada, solo cinco estudiantes proponen una solución, los demás no transfieren sus conceptos para dar solución a la situación planteada. Cabe destacar que un estudiante (E8) propone una solución correcta y ordenada de manera lógica, lo que indica que él comprende la utilidad de los circuitos equivalentes de Thévenin y de Norton, en este caso para estudiar el comportamiento de un sistema de alimentación ante el cambio de la carga.

Como criterio de evaluación de los efectos generados por la aplicación de la propuesta diseñada, se entrevistó a estudiantes y docentes para conocer sus observaciones con respecto a las estrategias empleadas. En la tabla 39, tabla 40 y tabla 41 se presenta las respuestas de los estudiantes de Uniminuto -que estuvieron totalmente bajo la dinámica propuesta- a las preguntas: ¿Qué opinión o concepto tiene usted sobre la metodología utilizada en la asignatura de circuitos DC? ¿Qué comentario tiene usted sobre el sistema de evaluación empleado este semestre en la asignatura de circuitos DC? ¿Usted considera que aprendió la asignatura de circuitos DC? Por otro lado, en la tabla 42, tabla 43 y tabla 44, se presentan las respuestas de los estudiantes de la Uptc Sogamoso.

Con respecto a la metodología los estudiantes de Uniminuto rescatan elementos como el planteamiento de cada clase, el trabajo individual con cada estudiante, las prácticas de laboratorio (el trabajo experimental) incluyendo la sesión *jactiva tus ideas!*, el cumplir con el contenido propuesto, los ejemplos presentados, la didáctica utilizada, los talleres, entre otros.

Tabla 38. Respuestas ¡activa tus ideas! laboratorio No 4-Uptc Sogamoso

RESULTADOS ITEMS ¡ACTIVA TUS IDEAS! Uptc Sogamoso				
Guía de laboratorio No 4				
Estudiante	P1	P2	P3	Situación Problema
E1	c	a	c	NR
E2	c	a	c	NR
E3	c	a	c	NR
E4	NP	NP	NP	NP
E5	c	a	b	Si la variación de la carga es mayor, el sistema consumiría más potencia, ya que se hace necesario aumentar la energía para realizar el trabajo solicitado pa la carga.
E6	NP	NP	NP	NP
E7	c	a	b	NR
E8	c	a	b	Primero hallaria el equivalente de Thevenin para saber la potencia maxima que entrega nuestro circuito de alimentación y luego podriamos saber que carga puedo soportar sin sobrepasamos de la potencia entregada.
E9	c	a	c	NR
E10	c	a	c	NR
E11	c	a	b	NR
E12	c	a	b	Conservaria la energía en un dispositivo de almacenamiento de energía y determinaria el promedio de consumo, despues de tener este promedio haria un calculo para saber cual divisor de voltaje se me facilitaria para entregar energia proporcional en cada habitación.
E13				
E14	c	a	b	NR
E15	NP	NP	NP	NP
E16	c	a	c	NR
E17	NP	NP	NP	NP
E18	c	a	a	NR
E19	c	a	a	NR
E20	c	a	a	NR
E21	c	a	c	NR
E22	c	a	c	NR
E23	NP	NP	NP	NP
E24	c	a	c	Dado que cada habitación cuenta con el acondicionador de aire y estan concetados a la misma fuente, tomaria las habitaciones como el circuito para hallar una resistencia equivalente, la fuente ya que varia buscaria la función respecto al tiempo que describa su comportamiento. Es más facil analizar si aplicacmos uno de estos teoremas para simplificar el circuito.
E25	NP	NP	NP	NP
E26	c	a	c	NR
E27	c	a	b	Si la variación de la carga es mayor, el sistema consumiría más potencia, ya que se hace necesario aumentar la energía para realizar el trabajo solicitado pa la carga.
E28	c	a	a	NR
E29	c	a	c	NR
E30	NP	NP	NP	NP
E31	c	a	b	NR
E32	c	a	a	NR
E33	c	a	c	NR
E34	c	a	b	NR
E35	c	a	b	NR
E36	NP	NP	NP	NP
E37	NP	NP	NP	NP

NP: No Presentó

Tabla 39. Respuesta de los estudiantes del programa de Uniminuto con respecto a la metodología utilizada

Respuestas a la pregunta: ¿Qué opinión o concepto tiene usted sobre la metodología utilizada en la asignatura de circuitos DC?
"Bueno a pesar del primer semestre mucho mejor, la calidad del profesor y la calidad de metodología implementada en la clase por el planteamiento que llevaba una clase, por la formación, por el tiempo que se dedica en enseñarle a cada estudiante los errores que tiene"
"En general fue correcta, pero pues se puede agregar ciertos items o parametros como digamos hacer un poco más obligatoria la realización de ejercicios, porque lastimosamente la mayoría de estudiantes no responden con la asignatura cuando se trata de manera voluntaria ...pero es clave el autoaprendizaje, leer mucho, poner atención en clases y practicar muchos ejercicios".
"Me parece bien porque el profesor explica pues a cada estudiante, pues le intenta dar la mejor explicación, y pues la mejor forma de aprender es a través de la práctica, y pues me parece muy bien el método que utiliza. Pero pues es necesario realizar más ejercicios..., debería haber más ejercicios y quicces para saber como va el proceso de uno en cuanto a la materia"
"Yo opino que fue una muy buena metodología ya que implemento todos los temas que se tenían que ver mediante diversas investigaciones tanto del profesor como de nosotros, los métodos que utilizó también fueron muy buenos llevando a cabo que nosotros nos interesáramos más en la materia...los métodos de activa tus ideas y los laboratorios que se implementaron, por decir también, el de la evaluación de los circuitos que montábamos, las prácticas que se hacían como tal, esos fueron los métodos que más interesantes me parecieron "
"Pues me pareció buena porque desde la primera clase que usted pues nos planteo todos los temas que se debían ver, pues todos los logramos cursar"
"Me pareció muy correcta, es muy didáctica y muy dinámica a la hora de aplicarla uno en ejercicios, y si el estudiante le mete más empeño el desarrollo con esa metodología es excelente se podría llegar a lograr el objetivo que quiere el profesor".
"Pues el manejo de ejemplos y laboratorios nos sirvió para reforzar conocimientos que teníamos un poco inexactos del semestre anterior, la metodología estuvo buena, se manejaban artos ejemplos y artos ejercicios"
"Yo pienso que la metodología fue buena, se vieron bastantes ejemplos, se trataron en profundidad los temas...creo que importante los talleres, los laboratorios que se realizaron, la parte esta de activa tus ideas y la parte experimental fue muy importante"
"La metodología me pareció muy buena, porque se plantearon todos los temas necesarios en la carrera o en la vida profesional que necesita un ingeniero... no conocía ninguna de las teorías que utilizó para el análisis de circuitos, entonces fue como una experiencia nueva aprender ese tipo de operaciones que son muy necesarias"
"Es buena, me parece que hizo falta un poco más de teoría antes de las prácticas, pues el activa tus ideas es bueno porque es un concepto que uno mismo se crea, pero me pareció que faltó algo de teoría antes de las prácticas".

Sobre el sistema de evaluación utilizado con la dinámica diseñada, los estudiantes de Uniminuto reconocen principalmente, como se observa en la tabla 40, la diversidad de recursos utilizados para valorar el aprendizaje, la evaluación tanto de lo teórico como lo práctico, la prioridad de porcentaje sobre el parcial y la planeación de los eventos de evaluación (aunque se aclara que se tenían acordado quizzes sorpresa). En cuanto a la auto-estimación del aprendizaje de la asignatura todos los estudiantes consideran que aprendieron circuitos eléctricos (y

doy fe de que así ha sido, así no hayan aprobado la asignatura), también cada uno reconoce que le hace falta reforzar algunos temas.

Tabla 40. Respuesta de los estudiantes del programa de Uniminuto con respecto al sistema de evaluación

Respuestas a la pregunta: ¿Qué comentario tiene usted sobre el sistema de evaluación empleado este semestre en la asignatura de circuitos DC?
"Esta bien, desde los trabajos, quices, parciales y laboratorios, perfecto"
"Si es correcto, se evaluaron los items que se enseñaron y de hay nada más"
"Es bueno, porque nos evalua pues lo práctico y lo teórico"
"Mi opinión sobre el sistema empleado, pues el sistema como tal es bueno, como es porcentaje entonces le favorece mucho a uno como estudiante y logra que uno pues en lo que esta un poquito debil con los otros porcentajes logre favorecer la asignatura".
"Desde la primera clase todo se planteo y todos los estudiantes estuvimos de acuerdo con los porcentajes que se plantearon"
"Un buen sistema justo y bien programado"
"El ideal, pues se trato de calificar lo que se habia trabajado en las clases, y pues referentes a las notas que se obtuvieron fue el esfuerzo que uno dio"
"Bueno, es un buen sistemas el que se utilizó.
"Debido a la carrera pues es muy bueno porque la dificultad que se ve en este tipo de carreras es alta, entonces es una calificación muy buena"
"Esta bien, la prioridad en el parcial esta bien aplicado y los laboratorios estan muy bien calificados"

Tabla 41. Respuesta de los estudiantes del programa de Uniminuto con respecto a la valoración de su aprendizaje

Respuestas a la pregunta: ¿Usted considera que aprendió la asignatura de circuitos DC?
"Si, no, bueno pues regular, pero fue más falta de autoevaluación, de trabajo individual"
"En aspectos generales sí, me falta profundizar unas cuantas cosas pero por ambito propio"
"Si, aprendi, aprendi, de la metodologia aprendi"
"En su gran mayoría sí pero hay temas que tengo que aun por reforzar, ya que unos si me quedaron un poquito flojos por falta de interes o por falta de tiempo".
"Si, pero quede con algunas falencias, pero la mayor parte del curso, pues logre como mejore en algunas cosas que no tenia claras"
"Si bastante en comparación a la situación que se vivió en un primer semestre, se reflejo un gran cambio para este con el docente y lo de la asignatura que vimos".
"Pues sí, si aprendi conceptos básicos de circuitos, acepto que todavia me quedan algunas falencias y la idea es seguir estudiando, mejorando en esas fallas que hay"
"Si señor, considero que venia algo nulo del semestre pasado y adquiri bastantes conocimientos"
"La verdad medio, como hubo tanta temática pues hubieron cosas que se si me quedaron en duda y cosas que si recuerdo muy bien, y cosas que tengo que reforzar para los siguientes cursos ó si tengo que volver a verla"
"Sí, sí aprendi"

Tabla 42. Respuesta de los estudiantes del programa de la Uptc Sogamoso con respecto a la metodología utilizada

Respuestas a la pregunta: ¿Qué opinión o concepto tiene usted sobre la metodología utilizada en la asignatura de circuitos DC?
<p>Yo estoy segundiendo la asignatura, el cambio ha sido la evaluación con quizzes... Para la gente que la estamos viendo por segunda vez se facilitó, pero la gente nueva para mí concepto de la gente nueva que llegó que entro a la asignatura les dio muy duro pues de una entraban a presentar examen sobre el tema que se acababa de ver, pues para la gente fue muy duro yo creo que la mayoría perdió, la gente que va pasando la asignatura en este momento son los que están segundiendo o terciendo.</p>
<p>Hasta el momento ha sido buena pues personalmente como estoy repitiendo la materia no ha sido tan complicado entender lo que hasta el momento nos ha enseñado el docente, mientras que cuando la vi por primera vez no sabía ni por donde iniciar, pero la metodología ha sido buena y creo que los que están viendo por primera vez han entendido muchísimo mejor que cuando yo la vi por primera vez. Las prácticas de laboratorio son buenas porque ahí uno se da cuenta que siempre al desarrollar un circuito analíticamente, teórica y experimentalmente tiene sus similitudes y es pues personalmente uno aprende más experimentalmente o sea se da más cuenta de qué cosas tiene que tener en cuenta al momento de hacer un análisis.</p>
<p>Pues a mí me parece muy buena, o sea la estoy viendo por primera vez y he logrado entender muchas cosas aunque no la voy pasando, pero me parece que está muy buena la metodología y pues las ayudas como los laboratorios y todas esas cosas lo ayudan a uno muchísimo a entender todo. Pues como ya lo dije los laboratorios son cosas muy buenas, oportunidades que le ponen a uno porque uno se da cuenta que lo que está haciendo analíticamente está bien o está mal y poniéndolo en práctica, parece que está muy bien implementado.</p>
<p>Pues yo pienso que es buena porque comparada con el semestre pasado hemos entendió mucho mejor, además que en cuanto al sistema de evaluación como constantemente se implementó quizzes entonces es bueno porque constantemente uno está estudiando y pues uno está pendiente de la materia y esta reforzando los conocimientos mientras que si son parciales muy discontinuos entonces uno simplemente va a estudiar días antes del parcial y no le va a ir muy bien. Las prácticas de laboratorio ues están muy buenas, o sea desarrollando uno esas guías se da cuenta que realmente los conceptos y lo que el profesor le dice a uno en un tablero es verídico, comprobable o sea no está comiendo uno entero de lo que el profesor le dice sino esta uno comprobando que realmente es cierto.</p>
<p>Me pareció buena puesto que al ver desde un principio quizzes cada ocho días nos mantiene estudiando frecuentemente los temas y no se nos van a olvidar tan rápidamente. Las guías están muy buenas porque uno al hacer el laboratorio se va dando cuenta de donde salieron las fórmulas así poder ir experimentando cómo van los circuitos.</p>
<p>En si la metodología, lo que enseña el profesor dentro de las clases es bueno y es entendible. Uno entiende todos esos tipos de conceptos, lo que pasa es que los ejercicios a desarrollarse en un parcial son más complejos de lo que uno ve aquí en el salón. Sobre las guías de laboratorio: a mí me parece que es algo bueno para el estudiante porque es como reafianzar los conceptos teóricos mediante la práctica, y además que uno puede utilizar instrumentos como los multímetros y el osciloscopio para comprobar todo lo que aprende uno acá.</p>
<p>Pues la metodología que se está utilizando ahorita pues me parece un poquito chévere porque antes se hacían solo dos parciales y ahora se están reiterando cada martes quizzes entonces a uno lo está manteniendo más activo en esa partecita de estar verificando las diferentes situaciones que tiene, de pronto algún ejercicio, de pronto también la parte de los laboratorios es buena porque uno pues ayuda a que uno rectifique en realidad que eso sucede si las diferentes leyes: la Ley de Ohm, la ley de Kirchhoff, Thévenin, Norton.</p>
<p>Pues este semestre tal vez no sea muy notorio pues la diferencia de metodología con respecto al semestre pasado, pero en lo poco pues que se puede ver la diferencia, yo digo que ha sido a mejorar, por lo menos para mí ha sido un poco más claro pues la forma como están explicando los temas y como se está presentando la temática de esta asignatura.</p>
<p>Pues a mí me parece una metodología buena, pues como toda materia hay que estudiar, en si en metodología uno entiende en las clases. <i>Se le pregunto al estudiante sobre la realimentación personal de resultados en las pruebas...</i> las retroalimentaciones siempre ayudan porque uno entiende ahh faltó esto, pero en los últimos parciales no habido retroalimentación, y son los más importantes. Pues son prácticas buenas igual por lo que nos dimos cuenta en la práctica anterior hace falta más guía por parte del docente o de un monitor, porque muchos no traen los conceptos básicos de digamos manejar un osciloscopio, cosas así, así sean muy explícitos los laboratorios, se hace necesaria la enseñanza sobre cómo funcionan esos aparatos.</p>
<p>Pues todo se basa en que como es una materia teórica entonces la metodología es clásica, el profesor viene explica un tema, hace unos ejercicios y ya, no más. Las practicas, eso mejora el aprendizaje del estudiante, relaciona lo que uno ve en la teoría con la práctica, eso hace que el estudiante aprenda más, porque no es lo mismo analizar un circuito a ir a un laboratorio utilizar un multímetro, un osciloscopio y obtener unos resultados.</p>

Las respuestas consignadas en la tabla 42, manifiestan en primer lugar un cambio en la metodología de la asignatura, expresada por los estudiantes que repiten el curso; sin embargo es clásica como lo manifestó un estudiante. En segundo lugar, refleja los elementos asumidos para la asignatura de circuitos eléctricos I en la Uptc Sogamoso: la evaluación continua, el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el esfuerzo por ser más claros con la información que se socializa a la hora de las exposiciones de clase magistral y la realimentación individual que se aplicó solo en las primeras semanas del primer 50% de semestre. También, los estudiantes mediante la práctica han relacionado el trabajo analítico con los resultados de las experiencias de laboratorio.

Tabla 43. Respuesta de los estudiantes del programa de la Uptc Sogamoso con respecto al sistema de evaluación

<b>Respuestas a la pregunta: ¿Qué comentario tiene usted sobre el sistema de evaluación empleado este semestre en la asignatura de circuitos DC?</b>
Para las prácticas de laboratorio pues a nosotros lo que nos entregaron fue unas copias pero no hubo una explicación suficiente como usar los aparatos. En mi caso yo ya había visto la asignatura de medidas eléctricas entonces ya tenía una idea de cómo manejar los elementos de laboratorios pero a las otras personas pues tuvieron dificultades y pidieron ayuda a otros compañeros que ya habían visto otras asignatura.
Pues como todos los docentes es muy estricto, nos exigen que todo tiene que estar perfecto o no vale nada, entonces eso a uno lo hace estudiar más y lo hace fijarse más en como tiene uno que resolver los problemas y hacérselo bien.
Pues me parece que es chévere puesto que tiene uno los conceptos frescos y está estudiando uno continuamente, está repasando, tiene uno una forma de estudiar chévere.
Esta bien.
Pues a mí me parece que la metodología es buena como tal, el problema radica casi siempre es que a veces los conceptos, lo que nos enseñan aquí no da para lo que nos preguntan en los parciales porque a nosotros por nuestra propia cuenta nos toca estudiar mucho más para poder solucionar un parcial y pasar.
Pues me parece un poquito chévere porque antes se hacían solo dos parciales y ahora se están reiterando cada martes quizzes entonces a uno lo está manteniendo más activo
La estrategia de calificación en el parcial como tal, el docente le sube mucho, mucho el nivel, entonces hay cosas que uno no se da maña o se enreda por un negativo o cosas así, entonces le sube mucho el nivel y hay cosas que uno no estudia. Pero el método que implementa ahorita me parece muy bueno porque uno se exige todos los fines de semana de saber que tiene que sacar una buena nota el martes y que así va a aprender
Los parciales es un poco complicado a la hora de desarrollar, es muy diferente lo que se ve en clase a lo que se hace en el parcial.
Es clásico, básicamente no funciona, se hace un parcial se entrega dos semanas o tres semanas después, entonces yo no sé cuánto me saque o no sé en qué punto falle ó no sé cómo se solucionaba el circuito, entonces está fallando en ese punto de la retroalimentación.

Las respuestas consignadas en la tabla 43, manifiestan en primer lugar que la evaluación se concentró en los quizzes y los parciales. En segundo lugar no fue acogido el criterio pedagógico que propone la realización de pruebas con problemas de diferente complejidad, desde problemas básicos hasta los más exigentes en cuanto al análisis.

Tabla 44. Respuesta de los estudiantes del programa de la Uptc con respecto a la valoración de su aprendizaje

<b>Respuestas a la pregunta: ¿Usted considera que aprendió la asignatura de circuitos DC?</b>
Sí señor. Ya viéndola por segunda vez se aclara todas las dudas que uno tenga y sí mejora uno el desempeño.
Sí, claro. Ya por segunda vez como decía anteriormente se dificultó menos y pues si considero que si aprendí.
Pues sí pero no muy bien, o sea la aprendí pero me faltaron algunas cosas.
Si, este semestre ya reforcé los conocimientos y aprendí.
Si, este semestre aprendí porque el semestre pasado casi no.
Si, considero que si aprendí pues por lo que me enseñó el profesor y por lo que uno estudia por fuera también... el trabajo autónomo es importante, totalmente, sino uno no hace trabajo por fuera no aprueba esta materia.
Si, si parece que esta vez sí he adquirido el conocimiento necesario para poder desarrollar los diferentes circuitos.
Si, a mi modo de ver, sí he aprendido la asignatura.
Pues es una pregunta relativa, pues uno puede decir que aprendió pero no se puede ver reflejado en las notas, uno puede decir que uno sabe cómo se hace pero a la hora de hacer el parcial le puede ir mal, entonces es relativo que uno aprendió si se tienen en cuenta esos dos aspectos.
Sí, pero eso es bastante ambiguo, porque yo considero que se, pero el docente no considera que yo sé.

La respuesta de uno de los estudiantes en cuanto a la valoración de su aprendizaje refleja que una dinámica clásica como la trabajada actualmente en la asignatura, origina que un estudiante curse la asignatura y aprenda muy poco. Además las dos últimas respuestas revelan el problema de tener parciales exigentes que no permiten que tanto el estudiante como el docente conozcan exactamente que conceptos están asimilados, para que así no considere ambiguo o relativo la valoración del aprendizaje.

Ahora bien, continuando con la evaluación de los efectos generados por el presente trabajo, se transcribe a continuación la entrevista realizada al docente que dirigió la asignatura de circuitos I en la Uptc Sogamoso:

-----  
*Ingeniero Julián; ¿Qué elementos de los propuestos por el presente trabajo se considera que ha transformado su ejercicio de docente para la dirección de la asignatura Circuitos Eléctricos I, en el primer semestre de 2013?*

Principalmente creo que lo que más ha transformado, digamos el desarrollo de mis clases con esta propuesta, es la inclusión de esos laboratorios como de autodescubrimiento del estudiante. Me pareció muy bueno que el estudiante en el laboratorio pueda descubrir los conceptos que a veces abstractamente son tan complicados o que son tan difíciles de aterrizar y, que a través de estas guías pues le facilitan mucho al estudiante a través de la comprobación práctica el aterrizaje de estos conceptos. Pienso que esa es la parte que más me gustó y que creo que le dio una vuelta también al desarrollo de la clase. También incluiría la forma de evaluación basados ya en un conocimiento a priori que de los conceptos que trae el estudiante, digamos que le favorece a uno mucho como docente el diseño de las evaluaciones, el diseño de los quizzes, de los exámenes. Ya uno más o menos teniendo en cuenta cómo el estudiante piensa, cómo poder hacer que en esos exámenes no sean solamente un examen sino una herramienta de aprendizaje del estudiante.

*Ingeniero, sobre el microcurrículo propuesto, ¿qué consideraciones o comentarios Ud. tiene a bien hacer?*

En términos generales me parece excelente que se haga un trabajo de este tipo donde estudiantes de maestría se preocupan por el aprendizaje de los estudiantes, o sea que salgan trabajos de maestría donde se busca aliviar el esfuerzo un poco del aprendizaje en una materia tan importante y tan básica para la ingeniería electrónica como son los Circuitos. En términos generales me parece excelente. Me parece que así como se hace énfasis ya en las leyes que se aplican directamente en los circuitos como la Ley de Ohm, de Kirchhoff, los teoremas de Thévenin y Norton, sería también muy bueno de pronto anexar unas prácticas de laboratorios iniciales con la misma metodología pero basados en los conceptos físicos que necesita el estudiante entender, porque a veces el estudiante por ejemplo: se le dificulta entender el concepto de voltaje porque no tiene desde la física el concepto de trabajo por ejemplo, de energía, entonces de pronto unos laboratorios que también ayudaran inicialmente a que el estudiante también desde esos conceptos que ya trae de la física los aterrice bien para que cuando uno les hable ya en terminología de circuitos, resistencia, energía, potencia, corriente, voltaje tenga como también la capacidad de asimilarlo desde un punto de vista más científico. Ese sería mi comentario.

*Y con respecto, por ejemplo a que el contenido de la asignatura se reduce:*

Yo creo que estoy de acuerdo con que el contenido se reduzca o con que se incrementaran el número de horas dedicados a la asignatura de Circuitos por semestre, digamos que podrían pensar no solamente en recortar el currículum sino

que para abarcar todo el contenido de pronto descargara al estudiante un poco de otros lados, de otras asignaturas y de pronto dedicarle hacer una asignatura de circuitos más extensa con más horas, no sé es una propuesta que se me ocurre, podría también ayudar.

*Ingeniero, que crítica o comentario tiene usted a las guías de laboratorio diseñadas, considera que ¿son las necesarias para trabajar los conceptos básicos de la asignatura?*

Realmente me parecen excelentes, me parecen excelentes las guías de laboratorio, digamos que para un estudiante que apenas empieza a tener contacto con conceptos de electricidad, de electrónica como son los estudiantes de Circuitos, me parece que son unas guías muy buenas que guían muy bien al estudiante y le evita cometer muchos errores y sufrir un poco en la implementación de los circuitos. Críticas constructivas lo que le comentaba al inicio, de pronto incluir dentro de esas prácticas de laboratorio, no sé, unas prácticas adicionales donde se busque más la formación también del pensamiento científico del estudiante o sea desde el concepto por ejemplo de la física, conceptos tan necesarios en circuitos como energía, potencia, trabajo que son conceptos generales en la física, de pronto incluirlos más ahí en esas guías de laboratorio

*Finalmente que mejoras o beneficios percibe Ud. en los estudiantes con la aplicación parcial de la propuesta o si se aplicase de manera total la propuesta del presente trabajo:*

Pues desde que empecé a aplicarlas parcialmente la metodología que propone Alex, si se ha notado un cambio en la estructura mental del estudiante, he visto que algunos ya conceptualizan un poco más rápido, adquieren los conceptos un poco mejor, pero yo creo que para poder evaluar eso concretamente yo creo que habría que hacer una investigación más de más tiempo de varios cursos que se sometan a esta metodología para poder sacar una conclusión, pero si se nota a primera vista que además que los estudiantes se motivan mucho para ese tipo de prácticas, por lo que la práctica es tan bien clara, la guía está tan bien hecha que el estudiante le gusta hacer esa práctica y sabe que va a aprender y le va a servir para su curso de Circuito I.

-----

Se finaliza la evaluación de los efectos de la aplicación de esta intervención pedagógica indicando que el porcentaje de repitencia generado por la aplicación parcial en el programa de ingeniería electrónica de la Uptc Sogamoso fue de 46%, y el porcentaje de repitencia generado por la aplicación total en el curso de circuitos DC de Uniminuto fue de 40%, es primordial aclarar que de los 15 estudiantes inscritos en Uniminuto, uno nunca asistió, dos se retiraron de la universidad en la semana sexta (un estudiante por problemas de salud delicados)

y dos no volvieron para el tercer corte de la asignatura, por tanto solo 10 estudiantes participaron del proceso completo bajo la dinámica expuesta, la notas finales se presentan en la figura 35. En los dos programas la repitencia dada está por debajo del promedio histórico de repitencia, pero más allá de estos datos numéricos concretos esta lo que es evidente en los dos programas con la propuesta desarrollada, con el presente trabajo se contribuye a la aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura, además el estudiante desarrolla o mejora las habilidades prácticas, vincula el mundo de los objetos/eventos con el mundo de los modelos/teorías, el estudiante está normalmente motivado, en síntesis el estudiante aprende.

Figura 35. Reporte de Sistema Génesis Uniminuto de notas finales del NRC 3354

Atributos de Curso	
Título:	CIRCUITOS DC
Curso:	TLEC 1040 - 4
NRC:	3354
Alumnos Inscritos:	15
Número de Puntajes Compuestos:	15

Calificaciones Finales Compuestas				
ID de Alumno	Nombre de Alumno	Porcentaje	Calificación	Fecha de Actividad
000288671	AREVALO MORALES, DANIEL F.	47.4	2.4	06-JUN-13
000232607	CHAVEZ NAVARRETE, OSCAR F.	21.8	1.1	06-JUN-13
000293180	GARCIA RODRIGUEZ, FREDDY A.	71.3	3.6	06-JUN-13
000301982	JARAMILLO VELEZ, OMAR F.	61.6	3.1	06-JUN-13
000206469	LADINO ALGUTRIA, WALTER G.	0	0.0	06-JUN-13
000229728	LEON GARZON, JOSE M.	33.5	1.7	06-JUN-13
000271588	MOLINA GRISALES, BRIAN S.	61.8	3.1	06-JUN-13
000257349	MURILLO VALENCIA, MILTON U.	13.3	0.7	06-JUN-13
000300684	ORTIZ PARRA, HOSMANT D.	48	2.4	06-JUN-13
000295301	PERALTA ZAMBRANO, JOHAN N.	54.9	2.7	06-JUN-13
000295193	PERALTA ZAMBRANO, JUAN C.	63.9	3.2	06-JUN-13
000286311	PINZON TOVAR, CHRISTIAN C.	59.3	3.0	06-JUN-13
000294867	QUEVEDO GARCIA, ESNEYDER A.	49.6	2.5	06-JUN-13
000287161	RIOS LACHE, OMAR H.	66.2	3.3	06-JUN-13
000234602	VACA ZAMUDIO, FRANCISCO J.	13.3	0.7	06-JUN-13

## 5. CONCLUSIONES

El aprendizaje significativo de cuerpos organizados de conocimiento indudablemente está sujeto en pocas palabras al ambiente de aprendizaje que cree las instituciones de educación, los programas y específicamente los docentes a cargo de la socialización de estos cuerpos. Lo anterior implica que las diferentes variables que participan en la creación de un ambiente específico de aprendizaje deben ser reguladas (orientadas) por estrategias didácticas y por la observancia de criterios pedagógicos. Precizando, las variables que han de ser reguladas son: los códigos de comunicación oral y escrita, los preconceptos del estudiante, los procedimientos (acciones) de acercamiento a los objetos de estudio, los recursos pedagógicos, los intereses del docente y estudiantes, los modos y tiempos de valoración de los conocimientos alcanzados por los estudiantes, entre otros. Por lo tanto, se ha buscado que la mayor cantidad de variables del ambiente de aprendizaje favorezcan -en quien se dispone a aprender- un aprendizaje significativo, favorezca cambios cognitivos estables que sean vehículos a estadios más amplios del conocimiento.

El porcentaje de repitencia de la asignatura circuitos eléctricos I, de los programas de Ingeniería electrónica de la Uptc y de Tecnología en electrónica de Uniminuto se reduce con la aplicación y observancia de los criterios pedagógicos establecidos, y con el desarrollo de las estrategias didácticas expuestas en el presente trabajo. Lo anterior es producto de la dinámica diseñada para favorecer la construcción y aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura, pues los estudiantes se relacionan con eventos de aprendizaje de los cuales aprenden directamente del objeto de estudio y no se les presenta el objeto de estudio para que lo aprendan. Además la dinámica logra que el estudiante desarrolle o mejore las habilidades prácticas, vincule el mundo de los objetos/eventos con el mundo de los modelos/teorías, este normalmente motivado por la asignatura, entre otros provechos. El estudiante aprende circuitos con la dinámica diseñada.

Esta propuesta pedagógica alcanza sus objetivos bajo la organización de cursos de máximo 20 estudiantes, pues hay que garantizar a los actores del proceso, estudiantes y docente, los tiempos, los espacios y los recursos para la planificación, experimentación, el diseño, la valoración, la realimentación y la reflexión de uno y del otro.

El estudiante ha de tener presente el compromiso de dedicar tiempo al trabajo autónomo, para encontrarse con los momentos de conceptualización a partir de la experiencia, observación reflexiva y experimentación activa que lo lleven en primer lugar, a transformar los preconceptos equivocados o imprecisos, y, en segundo lugar lo lleven a construir conceptos cargados de significados potentes, que lo habiliten para el análisis de problemas cualitativos y cuantitativos de circuitos eléctricos, es decir que construya conceptos transferibles.

## 6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Se identificó que la presente propuesta pedagógica contribuye a la promoción de un buen número de competencias que propone el programa de Ingeniería Electrónica de la Uptc. Aunque podría ser más provechosa para el aprendizaje significativo de los conceptos de la asignatura de circuitos eléctricos I, sí se aumenta en dos horas el tiempo de trabajo presencial a la semana, pues se garantizaría los espacios para el desarrollo de las prácticas de laboratorio y no se vería recortado en un 20% el contenido programático planeado en el PAE. De lo contrario, se recomienda dejar el análisis de amplificadores operacionales para el segundo curso de electrónica análoga y lo referente al análisis de circuitos de segundo orden como introducción al curso de circuitos II.

Por los resultados de la encuesta a estudiantes se denota la importancia que ellos ven en el desarrollo de prácticas de laboratorio, pues ven la asignatura de circuitos eléctricos I demasiado teórica. A pesar del antecedente mencionado los estudiantes muestran estar conformes con el sistema de evaluación y la metodología, pues el 57% y el 55% respectivamente, de los estudiantes lo consideran entre bueno y muy bueno. Sin embargo, es pertinente un cambio en la pedagogía/metodología de la asignatura/docente para reducir el porcentaje de repitencia.

Es importante emprender este tipo de trabajos de investigación académica en sincronía con los planes o cronogramas de reestructuración curricular programada por las instituciones, pues podrán ser probados con tiempo y concluidos a fin de integrarlos de manera reglamentaria.

Para confirmar los resultados obtenidos con el presente trabajo se propone la aplicación de la dinámica y el modelo propuesto, pero trabajando bajo la metodología de investigación experimental, de tal forma que se tenga un grupo de control y se contraste los resultados con el grupo experimento.

Se hace necesario diseñar otras guías de laboratorio para favorecer la actividad de aquellos estudiantes que tengan que realizar un segundo curso de circuitos eléctricos I. Las guías han de preguntar por aquellos preconceptos, llamemos así, de un segundo orden, y deberán estar diseñadas con actividades que impliquen para el estudiante un progreso en la conceptualización de la asignatura. El estudiante ha de estar activo mediante una guía diferente.

# Anexo A

Resultados ECAES del Programa de Ingeniería Electrónica Uptc Sede Sogamoso

## RESULTADOS ECAES DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA UPTC SEDE SOGAMOSO

Como se mencionó en la introducción, el Programa de Ingeniería Electrónica de la Uptc Sede Sogamoso se ha destacado por obtener buenos resultados en los exámenes de estado de calidad de la educación superior ECAES; a continuación se publica los resultados obtenidos entre 2003 y 2010. Los resultados de 2011 y 2012 no están disponibles para consulta por ICFES interactivo ya que el tipo de prueba ha sido cambiado y como advierte el ICFES el examen SABER PRO “A partir de noviembre de 2011... está conformado por módulos de competencias genéricas y módulos específicos comunes a grupos de programas. Las características de estos módulos son distintas a las de las pruebas que se venían aplicando anteriormente. Por este motivo, los resultados de 2011 no son comparables con los de los años anteriores y no se incluyen en este aplicativo de consulta”. (ICFES interactivo, 2013)

Como se puede observar con la información de este Anexo, el programa de Ingeniería electrónica de la Uptc Sede Sogamoso ha ocupado, entre 2003 y 2010, posiciones entre los nueve mejores programas a nivel nacional, entre un total de 64 programas en el país. Por otra parte, con respecto a lo que se puede observar de las áreas de circuitos y resolución de problemas de ingeniería, la posición ocupada a nivel nacional en esta área, no pasa del séptimo puesto.

### RESULTADOS ECAES AÑO 2003

Clasificación por promedio general de los 10 mejores programas de ingeniería electrónica del país

Universidades	Ciudad	Rango	Evaluados	Promedio	Desviación
Universidad Nacional de Colombia	Bogotá D.C.	5 a 50	45	6,33	1,25
Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá D.C.	101 ó Más	137	6,12	1,28
Universidad de los Andes	Bogotá D.C.	51 a 100	67	5,81	1,39
Fundación Universidad del Norte	Barranquilla	51 a 100	51	5,76	1,47
Universidad de Antioquia	Medellin	51 a 100	93	5,75	1,42
Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga	101 ó Más	146	5,72	1,36
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Sogamoso	5 a 50	42	5,68	1,36
Universidad del Valle	Cali	101 ó Más	112	5,51	1,54
Universidad Nacional de Colombia	Manizales	101 ó Más	156	5,50	1,33
Universidad Pontificia Bolivariana	Medellin	51 a 100	99	5,37	1,45

Origen de datos: Universidad de Antioquia

Posición Nacional del programa de electrónica Uptc por área evaluada ECAES 2003

Puesto	Área
Primero	Control
Segundo	Ciencias básicas; circuitos; electrónica; Instrumentación y mediciones; Matemáticas; Señales y sistemas.
Tercero	Técnicas digitales; física
Quinto	Área Económico – administrativa
Sexto	Humanidades
Séptimo	Telecomunicaciones

Origen de datos: Origen de datos: resultados agrupados ICFES Interactivo \*Rango de 5-50 evaluados

RESULTADOS ECAES AÑO 2004-2008

Posición Nacional del programa de electrónica Uptc por área evaluada ECAES 2004

Puesto*	Área
Segundo	Económico administrativo; Señales y Sistemas; Telecomunicaciones
Tercero	Circuitos; Control; Física; Matemáticas
Cuarto	Electrónica
Noveno	Técnicas digitales
Octavo	Comprensión lectora
Duodécimo	Ciencias básicas, Instrumentación
Decimotercero	Humanidades

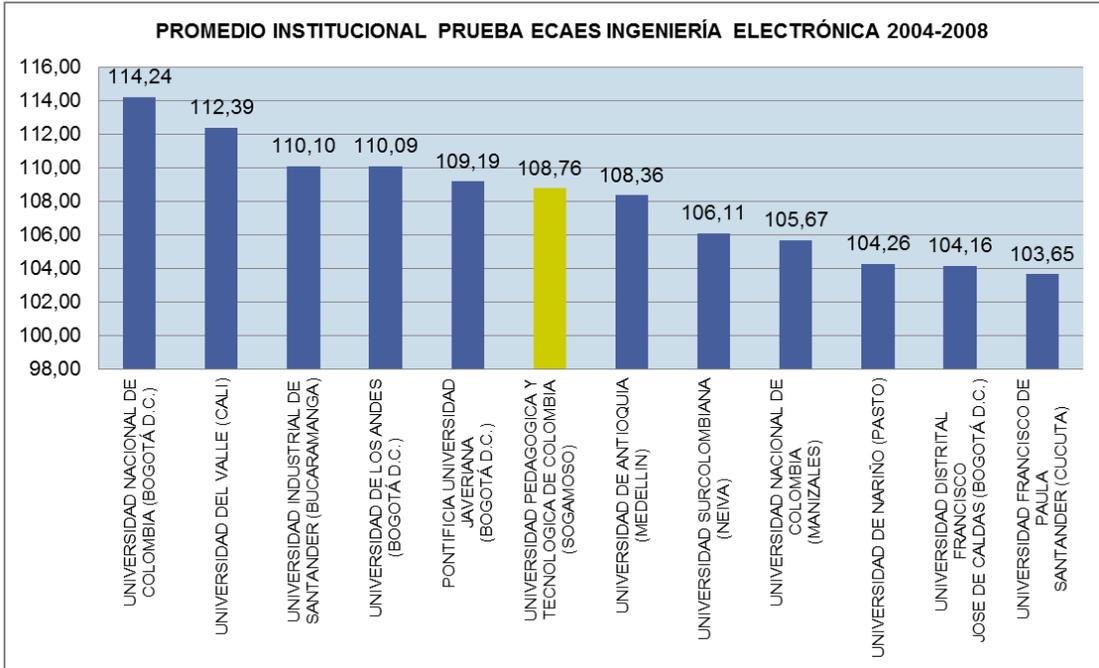
Origen de datos: resultados agrupados ICFES Interactivo \*Rango de 5-50 evaluados

Posición Nacional del programa de electrónica Uptc por área evaluada ECAES 2006

Puesto *	Área
Tercero	Comprensión inglés
Cuarto	Diseño de sistemas, componentes o procesos; Resolución de problemas de ingeniería.
Quinto	Modelamiento de fenómenos y procesos; Planeación, diseño, evaluación del impacto y gestión.
Decimosexto	Comprensión lectora

Origen de datos: resultados agrupados ICFES Interactivo \*Rango de 5-50 evaluados

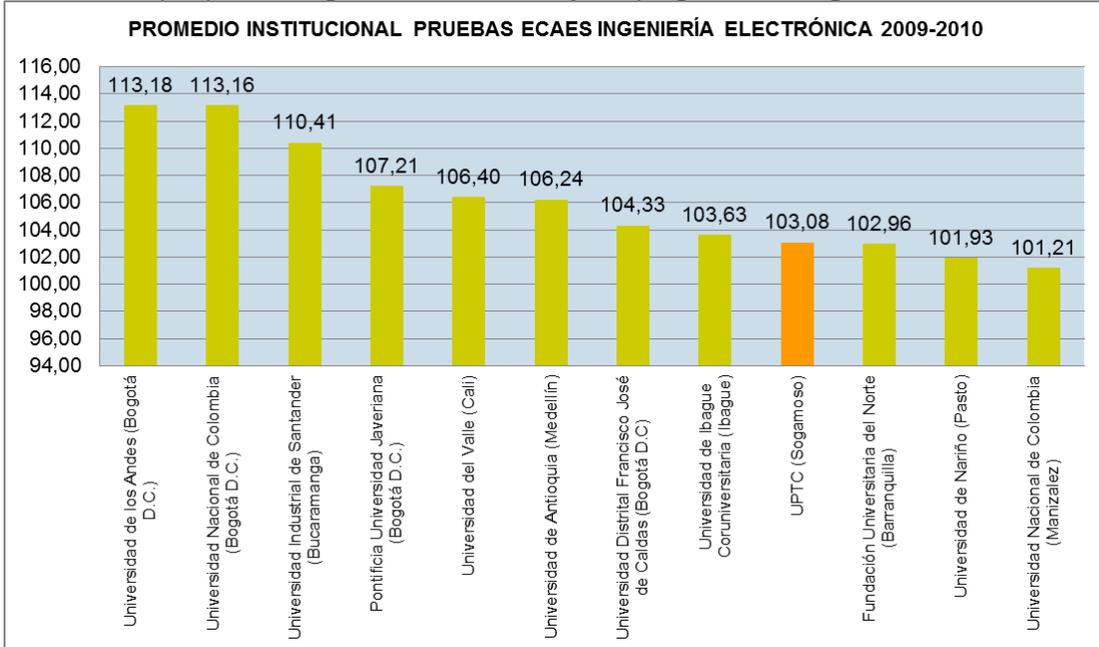
Clasificación por promedio general de los 12 mejores programas de ingeniería electrónica del país



Origen de datos: histórico ICFES Interactivo

## RESULTADOS ECAES AÑO 2009-2010

Clasificación por promedio general de los 12 mejores programas de ingeniería electrónica del país



Origen de datos: histórico ICFES Interactivo

Posición Nacional del programa de electrónica Uptc por área evaluada ECAES 2009

Puesto*	Área
Cuarto	Planeación, diseño, evaluación del impacto y gestión
Quinto	Resolución de problemas de ingeniería
Sexto	Modelamiento de fenómenos y procesos
Sexto	Diseño de sistemas, componentes o procesos
Sexto	Comprensión Lectora
Undécimo	Ingles

Origen de datos: resultados agrupados ICFES Interactivo \*Rango de estudiantes 51-100

Posición Nacional del programa de electrónica Uptc por área evaluada ECAES 2010-2

Puesto*	Área
Cuarto	Planeación, diseño, evaluación del impacto y gestión
Séptimo	Resolución de problemas de ingeniería
Sexto	Modelamiento de fenómenos y procesos
Vigésimo séptimo	Diseño de sistemas, componentes o procesos
Noveno	Comprensión Lectora
Vigésimo Octavo	Ingles

Origen de datos: resultados agrupados ICFES Interactivo \*Rango de estudiantes 5-50

## Anexo B

Formato encuesta aplicada a docente





## Anexo C

Formato encuesta aplicada a estudiantes





## Anexo D

Contenido programático de la asignatura circuitos eléctricos I Uptc







# Anexo E

Formato prueba de entrada





# Anexo F

Guías de práctica de laboratorio diseñadas





































## NOTAS

1. Dentro de las teorías del campo tiene primacía la motivación intrínseca, Gimeno & Pérez (1992) señalan con respecto a la motivación que esta “emerge de los requerimientos y exigencias de la propia existencia, de la necesidad de aprendizaje para comprender y actuar racionalmente en el intercambio adaptativo con el medio sociohistorico y natural” (p.42).
2. Entiéndase transposición didáctica como el esfuerzo del docente para adecuar el ambiente de aprendizaje de tal forma que el objeto de estudio se presente ante quien aprende como un objeto que enseña, un objeto del cual puede aprender.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrés, M. M. (1990). Evaluación de un plan instruccional dirigido hacia la evolución de la concepción de los estudiantes acerca de circuitos eléctricos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.*, 231-237.
- Ausubel, D. p. (1976). *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Carstensen, A.-K., & Bernhard, J. (2007). Critical aspects for learning in an electric circuit theory course – an example of applying learning theory and designbased educational research in developing engineering education. *1st International Conference on Research in Engineering Education* (págs. 1-12). Honolulu, HI: ASEE.
- Carvajal, G. (2006). La lógica del concepto de pedagogía. *Revista Iberoamericana de educación*, 1-11.
- Comenio, J. A. (1998). *Didáctica magna*. Mexico: Porrúa.
- Daura, F. (2011). Las estrategias docentes al servicio del desarrollo del aprendizaje autorregulado. *Estudios pedagógicos*, 77-88.
- Duque escobar, M. (2006). COMPETENCIAS, APRENDIZAJE ACTIVO E INDAGACIÓN: UN CASO PRÁCTICO EN INGENIERÍA. *Revista educación en ingeniería*, 7-18.
- Escuela de Ingeniería Electrónica. (2010). *Plan Académico Educativo (PAE)*. Sogamoso: Uptc.
- Ferrada, D., & Flecha, R. (2008). El modelo dialógico de la pedagogía: un aporte desde las experiencias de comunidades de aprendizaje. *Estudios Pedagógicos*, 41-61.
- Gagné, R. M. (1975). *Principios básicos del aprendizaje para la instrucción*. México: Diana, S.A.
- Gutierrez, R. (1987). Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 120.
- Herrán, C. A., & Vega, C. F. (2006). Uso del ABP como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo del diseño de ingeniería. *Revista educación en ingeniería*, 33-44.
- Jiménez, A. (2011). Didáctica de la matemática, educación matemática e investigación. *Ciências em foco*, 1-15.

- Mahmud, M., & Gutiérrez, O. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación Universitaria*, 11-20.
- National Science Foundation (NSF). (2007). *Moving Forward to Improve Engineering Education*. Arlington, Virginia: NSF.
- Ortiz Torres, E., & Aguilera Pupo, E. (2005). Los estilos de aprendizaje de los estudiantes universitarios y sus implicaciones didácticas en la educación superior. *Revista Pedagogía Universitaria*, 1-9.
- Pasmanik, D., & Cerón, R. (2005). Las prácticas pedagógicas en el aula como punto de partida para el análisis del proceso enseñanza-aprendizaje: un estudio de caso en la asignatura de química. *Estudios Pedagógicos*, 71-87.
- Pérez, G. &. (1992). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid - España: Morata.
- Piaget, J. (1964/1994). *Seis Estudios de Psicología*. Colombia: Labor, S.A.
- Pruzzo, V. (2006). La didáctica: su reconstrucción desde la historia. *Praxis educativa*, 39-49.
- Pruzzo, V. (2007). Las tensas relaciones entre Didáctica y "las" Didácticas. . *Praxis educativa* , 57-73.
- Pupo, E. O. (2005). Los estilos de aprendizaje de los estudiantes universitarios y sus implicaciones didácticas en la educación superior. *Revista Pedagogía Universitaria*, 1-9.
- Rinaudo, M. C., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de educación a distancia*, 1-29.
- Rodríguez, M. C. (2010). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Barcelona: Octaedro, S.L.
- Sirvent Cancino, M. D. (s.f.). *slideshare*. Obtenido de [http://www.slideshare.net/no\\_alucines/tcnicas-y-estrategias-didcticas-presentation](http://www.slideshare.net/no_alucines/tcnicas-y-estrategias-didcticas-presentation)
- Solano, F., Gil, J., Pérez, A., & Suero, M. I. (2002). Persistencia de Preconcepciones sobre los Circuitos Electricos de Corriente Continua. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 461-470.
- Suárez Mantilla, C. C. (2005). *La Inteligencia, el Aprendizaje y el Pensamiento creativo* . Bogotá D.C.: La Serpiente Emplumada E.U.
- Ulises Mestre Gómez, H. F. (2004). Didáctica como ciencia: una necesidad de la educación superior en nuestros tiempos. *Praxis educativa*, 18-23.

Varela Nieto, P., Manrique de Campo, M. J., & Favieres Martínez , A. (1988). Circuitos eléctricos: una aplicación de un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.*, 285-290.