

**UNIVERSIDAD DE BURGOS**  
**PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO**  
**ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

*Departamento de Didácticas Específicas*



**EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABPy)  
Y SU APOORTE AL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO  
DE LA ELECTRICIDAD DESDE UNA MIRADA  
CRÍTICA**

**TESIS DOCTORAL**

**CHRISTIAN FERNNEY GIRALDO MACIAS**

**Burgos, julio de 2019**



**UNIVERSIDAD DE BURGOS**  
**PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO**  
**ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

*Departamento de Didácticas Específicas*



**EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABPy)  
Y SU APOORTE AL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO  
DE LA ELECTRICIDAD DESDE UNA MIRADA  
CRÍTICA**

**CHRISTIAN FERNNEY GIRALDO MACIAS**

Tesis Doctoral realizada por D. Christian Fernney Giraldo Macias, para optar al grado de Doctor por La Universidad de Burgos, bajo la dirección del Dr. Jesús Ángel Meneses Villagrà y la codirección de la Dra. María Concesa Caballero Sahelices.



## AGRADECIMIENTOS

*Hoy después de casi 16 años de formación como docente no podría estar más agradecido por haber encontrado en esta labor, la oportunidad de ser feliz y contribuir a la formación de otros.*

Inicialmente, agradezco a *Dios y a la vida* por ponerme en el mejor lugar, ser docente ha sido y espero que sea por siempre, una ventana para realizar sueños.

A los profesores *Jesús Ángel Meneses Villagrá* y *Concesa Caballero Sahelices* con quienes tuve la fortuna de contar como directores de mi tesis, dos académicos admirables, inspiradores y comprometidos con mi proceso, siempre confiaron en mi trabajo y sus críticas amables y dedicadas sin duda han aportado en mi formación doctoral.

A las profesoras *María Mercedes Jimenes Narváez*, *Sonia Yaneth López Ríos* y *Luz Stella Mejía Aristizábal*, quienes han sido una fuente constante de inspiración y me han permitido querer aún más lo que hago. Definitivamente me han enseñado con su ejemplo responsable y de calidad.

Al profesor *Marco Antonio Moreira* a quién admiro profundamente, siempre ha sido un honor escuchar su trabajo y aprender de su experiencia y calidad académica. Un excelente ser humano y ejemplo a seguir.

A *mis padres, a mi hermana y sobrino*, mi principal motivación y mi motor para sacar adelante mis proyectos, sin ellos en mi mente y corazón no hubiese tenido la fortaleza para afrontar este reto que implicó sacrificios y ausencias.

A la *Universidad de Antioquía* y muy especialmente a la *Facultad de Educación* y a mis estudiantes de la *Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental*, aprendí mucho de ellos, compartimos espacios de formación y socialización que quedarán grabados siempre en nuestros corazones.

A la *Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco*, a mis estudiantes, compañeros, amigos y muy especialmente a *Gladis Elena Arboleda Lopera* por su apoyo, cariño y acompañamiento, mi lugar de trabajo desde hace 10 años, mi segundo hogar, un espacio de aprendizaje continuo.

A mis amigas *Diana Paola Martínez* y *Vanessa Arias Gil*, por su apoyo desinteresado, por su amor y palabras de aliento, sin duda, amigas para toda la vida.

¡GRACIAS

## **RESUMEN**

Durante décadas, múltiples investigaciones se han interesado por comprender como los estudiantes aprenden sobre conceptos del campo de la electricidad y como, a pesar de las diferentes alternativas de enseñanza en los diferentes niveles educativos, los estudiantes tienen muchas dificultades para comprender y explicar fenómenos electromagnéticos sencillos e incluso el funcionamiento de los circuitos eléctricos más básicos. Al respecto, existe cierto consenso sobre la necesidad de promover enseñanzas que permitan acercar a los estudiantes a las problemáticas que emergen de los contextos particulares como mecanismo para resolver problemas, potenciar competencias, habilidades científicas y fomentar el trabajo colaborativo. En este trabajo, tras identificar problemas en la enseñanza de la electricidad y particularmente sobre circuitos eléctricos, se propone utilizar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) como una estrategia pedagógica para impulsar en los estudiantes la comprensión de los contenidos de electricidad y circuitos eléctricos, utilizando las fuentes de energías alternativas como generadoras de electricidad.

Las reflexiones en torno a este asunto motivaron el diseño y ejecución de una propuesta didáctica que tuvo como principal propósito atender los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (TASC), mediante la introducción de actividades en un proyecto diseñado a la luz de las características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el Buck Institute for Education (BIE), intentando así favorecer en el estudiante un aprendizaje significativo crítico, acercándolo a una mejor comprensión de los conceptos objeto de estudio. Además, conscientes del rol del maestro para el diseño de un proyecto, se presenta una propuesta alternativa de formación de maestros en ABPy en el marco de un programa de pregrado en Ciencias Naturales.

Se presentan los principales resultados de la implementación de la propuesta a lo largo de tres estudios consecutivos, llevados a cabo con un grupo de estudiantes de la básica secundaria en una Institución Educativa de la Ciudad de Medellín (estudios I y II) y en un grupo de maestros en formación, estudiantes del programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de

Antioquia, Colombia (Estudio III). Algunos de los resultados obtenidos, mediante un análisis cualitativo, de las respuestas de los estudiantes a preguntas de cuestionarios y actividades del proyecto (estudios I y II), muestran evidencias de aprendizaje significativo y especialmente desarrollo de habilidades en los estudiantes, como identificación y resolución de problemas, colaboración y argumentación.

Además, en el marco de la elaboración de la tesis, se construyó un referente que integró el ABPy y los principios de la TASC, es decir, una propuesta denominada Aprendizaje Basado en Proyectos desde una mirada crítica (ABPyC), referente para atender algunos de los principios de la TASC, que además favoreció en los maestros en formación la comprensión frente al uso de los referentes teóricos y metodológicos y la aplicación de proyectos específicos en diferentes instituciones educativas de la ciudad de Medellín. Se cree que el uso de los referentes utilizados, son pertinentes para favorecer una formación integral de docentes y promover el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes.

## **ABSTRACT**

For decades, multiple research has been interested in understanding how students learn about electricity concepts, and how, despite the different teaching alternatives suited to various educational levels, students still have great difficulties with the understanding and explanation of simple electromagnetic phenomena, or even basic electrical circuits functions. In this regard, there is a certain agreement on the need to promote lessons that allow students to enhance scientific skills, encourage collaborative work, and to solve problems that emerge from particular contexts. In this dissertation, after identifying problems in teaching electrical circuits, it is proposed to use Project-Based Learning (PjBL), as a pedagogical strategy to encourage students to understand the contents of electricity and electrical circuits, by using alternative energy sources as generators of electricity.

Those considerations led to the design and execution of a didactic proposal whose main purpose was to attend the principles of Critical Meaningful Learning Theory (CMLT), relying on the ideas of Marco Antonio Moreira, and also, through the introduction of activities that had, as its main framework, to address the characteristics of project design proposed by the Buck Institute for Education -BIE. In this regard, the critical learning is preferred in the student, approaching it to a better understanding of the object of study. In addition, aware of the role of the teacher for the design of a project, an alternative proposal for teacher training is presented, based on Project-Based Learning -PBL, within an undergraduate program in Natural Sciences.

The results of the implementation of the proposal are presented along three consecutive studies, carried out with a group of high school students in an Educational Institution in the City of Medellin, Colombia (studies I and II) and in a group of teachers in training, that are also students of the Bachelor's program in Basic Education with Emphasis in Natural Sciences and Environmental Education of the University of Antioquia, Colombia, (Study III). Some of the results obtained through a qualitative analysis of the students' answers to questionnaires and project activities (studies I and II), shows evidence of significant learning, and specially, the development of skills in students, such as identification and resolution of problems, collaboration and argumentation.

In order to achieve the objective of the research, the dissertation proposes a Project-Based Learning from a critical perspective (C-PjBL), that integrates the concepts of the PjBL and the principles of CMLT in a single reference, which allows to the teachers a better understanding in the use of theoretical and methodological references and their application in specific projects in the different educational institutions of the city of Medellín. It is believed that the theory and methodology used, are relevant to promote a comprehensive training of teachers and to promote critical meaningful learning in their students.

# Tabla de contenido

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1. Tendencias actuales sobre la enseñanza de conceptos acerca de la electricidad y el magnetismo .....</b>	<b>36</b>
2.1.1. Conceptos electromagnéticos abordados en las investigaciones .....	37
2.1.2. Herramientas pedagógicas y didácticas utilizadas en la enseñanza de la electricidad y el magnetismo. ....	42
2.1.3. Niveles de enseñanza de las investigaciones realizadas sobre el electromagnetismo .....	50
<b>2.2. La enseñanza de conceptos electromagnéticos desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) .....</b>	<b>51</b>
<b>2.3. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) .....</b>	<b>53</b>
2.3.1. Definiciones y características del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) ....	53
2.3.2. Antecedentes a nivel local e internacional .....	58
2.3.3. Diferencias entre el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy).....	62
<b>2.4. Estrategias que promueven la argumentación oral y escrita en la enseñanza de las Ciencias, desde la perspectiva de Stephen Toulmin .....</b>	<b>63</b>
<b>2.5. La formación de maestros en el contexto colombiano. ....</b>	<b>68</b>
<b>2.6. Actualización de la revisión de la literatura en 2018.....</b>	<b>73</b>
<b>2.7. Síntesis de la revisión de la literatura.....</b>	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>79</b>
<b>3.1. Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) como referente teórico .....</b>	<b>79</b>
3.1.1. Condiciones para que ocurra el Aprendizaje Significativo .....	81
3.1.2. Tipos de Aprendizaje Significativo y su importancia.....	82
3.1.3. Diferenciación progresiva, reconciliación integradora y asimilación: conceptos clave de la TAS ¿Se olvida un concepto después de aprenderlo significativamente?...	83

3.1.4. Aprendizaje receptivo vs Aprendizaje Significativo .....	85
3.1.5. Aprendizaje Significativo desde una perspectiva crítica .....	86
3.1.6. Reflexiones sobre la relación entre el Aprendizaje Significativo y la enseñanza de los circuitos eléctricos. ....	87
3.1.7. Aprendizaje Significativo en el contexto de esta investigación .....	90
<b>3.2. Modelo argumentativo de Toulmin (MAT) como referente para abordar la Argumentación en Ciencias. ....</b>	<b>94</b>
3.2.1. La argumentación como evidencia de aprendizaje Significativo. ....	97
3.2.2. El MAT en el contexto de esta investigación. ....	98
<b>3.3. El aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy): reflexiones iniciales. ....</b>	<b>100</b>
3.3.1. Características, posibilidades y dificultades. ....	101
3.3.2. El Buck Institute for Education (BIE) como referente metodológico para la formulación de proyectos. ....	104
3.3.3. El ABPy en el contexto de esta investigación .....	106
<b>3.4. Algunas reflexiones sobre la formación de maestros en el contexto colombiano... 108</b>	
3.4.1. La práctica pedagógica como escenario investigativo .....	109
3.4.2. La formación de maestros orientada desde la práctica pedagógica en el contexto de esta investigación. ....	110
 <b>CAPÍTULO 4. FUNDAMENTACIÓN METODOLOGICA .....</b>	<b>113</b>
<b>4.1. Metodología de investigación .....</b>	<b>113</b>
4.1.1. Instrumentos de recolección de información (Estudios I y II) .....	117
4.1.2. Instrumentos de recolección de información (Estudio III) .....	120
4.1.3. Actividades sobre argumentación siguiendo el esquema propuesto por Toulmin (Estudios I y II) .....	121
4.1.4. Selección de los casos de estudio. ....	122
4.1.5. Consideraciones éticas.....	123
<b>4.2. Metodología de enseñanza estudio I .....</b>	<b>124</b>
4.2.1. Contexto .....	125
4.2.2. Diseño del proyecto .....	126
<b>4.3. Metodología de enseñanza estudio II .....</b>	<b>130</b>
4.3.1. Contexto .....	133
4.3.2. Diseño del proyecto .....	134
4.3.3. Actividades realizadas desde las áreas participantes. ....	140
4.3.4. Actividades de la propuesta didáctica. ....	142

<b>4.4. Metodología de Enseñanza Estudio III .....</b>	<b>145</b>
4.4.1. Contexto .....	146
4.4.2. Estructura curricular .....	147
4.4.2.1. Seminarios y centros de práctica .....	149
4.4.3. Actividades principales .....	151
<b>CAPÍTULO 5. ESTUDIO I .....</b>	<b>153</b>
<b>5.1. Contexto .....</b>	<b>154</b>
<b>5.2. Fases del estudio .....</b>	<b>154</b>
<b>5.3. Asuntos iniciales en relación con la categorización y codificación .....</b>	<b>156</b>
<b>5.4. Recolección de la información inicial .....</b>	<b>158</b>
<b>5.5. Resultados y análisis de la información .....</b>	<b>158</b>
5.5.1. Dominio conceptual sobre la electricidad (E) .....	158
5.5.2. Dominio conceptual sobre los circuitos eléctricos (CE) .....	161
5.5.2.1. Conductores y Aislantes .....	161
5.5.2.2. Análisis de los circuitos eléctricos UCINET .....	163
5.5.3. Energías alternativas (EA) .....	167
5.5.4. Argumentación (AE) .....	170
5.5.5. Trabajo grupal (TG) .....	176
<b>5.6. Reflexiones finales estudio I .....</b>	<b>181</b>
<b>CAPÍTULO 6. EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS DESDE UNA MIRADA CRÍTICA (ABPyC) .....</b>	<b>185</b>
<b>6.1. De los contenidos a las competencias, un marco de referencia para el         Aprendizaje Basado en Proyectos ABPy. ....</b>	<b>188</b>
<b>6.2. El rol docente y el rol del estudiante ¿y las familias? .....</b>	<b>192</b>
<b>6.3. El diseño en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) .....</b>	<b>194</b>
6.3.1. Objetivos de aprendizaje de los estudiantes .....	194
6.3.2. Pregunta orientadora .....	195
6.3.3. Investigación continua .....	196
6.3.4. Conexión con el mundo real .....	196
6.3.5. Voz y voto de los estudiantes .....	197
6.3.6. Reflexión .....	197
6.3.7. Crítica y Revisión .....	197
6.3.8. Producto para un público .....	198

<b>6.4. El mapa del proyecto y su planificación .....</b>	<b>201</b>
<b>6.5. ¿Falsos proyectos? .....</b>	<b>204</b>
<b>6.6. Aprendizaje basado en proyectos y su relación con la Teoría del aprendizaje Significativo Crítico .....</b>	<b>204</b>
6.6.1. Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico.....	207
6.6.2. Compatibilidad de la TASC con el ABPy. ....	211
6.6.2.1. Momento 1, Principios de la TASC seleccionados y su conceptualización alrededor de las características del ABPy .....	211
6.6.2.1.1. presentación de las características esenciales para el diseño de proyectos y su relación con algunos de los principios de la TASC .....	214
6.6.2.2. Momento 2: Presentación del esquema elaborado a la luz de la información recopilada y relacionada. ....	216
<b>6.7. Reflexiones finales .....</b>	<b>220</b>
<b>CAPÍTULO 7. ESTUDIO 2 .....</b>	<b>223</b>
<b>7.1. Contexto .....</b>	<b>225</b>
<b>7.2. Fases del estudio .....</b>	<b>225</b>
<b>7.3. Asuntos iniciales en relación con la categorización y codificación de la información .....</b>	<b>228</b>
<b>7.4. Resultados y análisis de la información.....</b>	<b>230</b>
7.4.1. Dominio conceptual sobre electricidad .....	230
7.4.1.1. Definición del concepto, aplicaciones y usos .....	231
7.4.1.2. Acciones para el uso eficiente de la electricidad .....	233
7.4.1.3. Fuentes de electricidad .....	235
7.4.2. Dominio conceptual sobre circuitos eléctricos .....	235
7.4.2.1. Efectos de la corriente eléctrica .....	235
7.4.2.2. Magnitudes físicas, nomenclatura e instrumentos .....	236
7.4.2.3. Funcionamiento de un circuito eléctrico .....	237
7.4.3. Uso de paneles solares para la producción de electricidad .....	243
7.4.4. Categorías asociadas a los principios de la TASC .....	244
7.4.4.1. Influencia de concepciones previas para el nuevo conocimiento.....	244
7.4.4.2. Formulación de preguntas .....	247
7.4.4.3. Aprendiziz como perceptor/representador .....	255
7.4.4.4. Principio del aprendizaje por Error .....	273
7.4.4.5. Principio del conocimiento como lenguaje .....	277

7.4.5. Hallazgos finales del proyecto .....	287
7.4.5.1. Dominio conceptual sobre electricidad .....	287
7.4.5.2. Definición del concepto electricidad, aplicaciones y usos .....	287
7.4.5.3. Acciones para el uso eficiente de la electricidad.....	290
7.4.5.4. Fuentes de electricidad .....	292
7.4.6. Dominio conceptual sobre circuitos eléctricos .....	293
7.4.6.1. Efectos de la corriente eléctrica.....	293
7.4.6.2 Magnitudes físicas (MF) y Nomenclatura e Instrumentos de medición .	293
7.4.6.3. Funcionamiento de un circuito eléctrico .....	294
7.4.7. Uso de paneles solares para la producción de electricidad.....	299
7.4.8. Percepción de los participantes – Reflexión .....	301

**CAPÍTULO 8. ESTUDIO III: EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS  
(ABPY) COMO LÍNEA DE PRÁCTICA PEDAGÓGICA EN UN PROGRAMA  
DE FORMACIÓN DE MAESTROS EN CIENCIAS NATURALES ..... 303**

<b>8.1. Contexto .....</b>	<b>304</b>
<b>8.2. Fases del estudio .....</b>	<b>304</b>
<b>8.3. Cuestiones iniciales .....</b>	<b>306</b>
<b>8.4. Reconocimiento de la línea y formulación del problema de investigación .....</b>	<b>308</b>
8.4.1. Convocatoria y conformación de la línea de práctica. ....	308
8.4.2. Seminarios y centros de práctica. ....	312
<b>8.5. Propuesta curricular .....</b>	<b>313</b>
8.5.1. Práctica Pedagógica I .....	315
8.5.2. Práctica Pedagógica II .....	316
8.5.3. Trabajo de grado .....	317
<b>8.6. Diseño y ejecución de proyectos .....</b>	<b>318</b>
8.6.1. Proyectos formulados, recursos y socialización. ....	318
<b>8.7. Resultados y Análisis .....</b>	<b>320</b>
8.7.1. Proyecto I.....	320
8.7.2. Proyecto II .....	323
8.7.3. Proyecto III .....	326
8.7.4. Proyecto IV .....	329
<b>8.7. Percepción de los participantes .....</b>	<b>331</b>
<b>8.8. Cuestiones finales .....</b>	<b>334</b>

<b>CAPÍTULO 9. CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>337</b>
<b>9.1. Conclusiones Estudio I .....</b>	<b>341</b>
<b>9.2. Conclusiones Estudio II .....</b>	<b>343</b>
<b>9.3. Conclusiones Estudio III .....</b>	<b>346</b>
<b>9.4. Respecto a la selección de los participantes, el trabajo grupal y los procesos de         argumentación en los estudios I y II .....</b>	<b>347</b>
<b>9.5. Consideraciones finales y recomendaciones .....</b>	<b>349</b>
<b>9.6. Proceso de divulgación de la información.....</b>	<b>353</b>
<b>9.7. Perspectivas de trabajos futuros.....</b>	<b>355</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>359</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>377</b>

# LISTA DE TABLAS

Nº tabla	Pág.
1. Matriz de resultados referentes internacionales .....	34
2. Matriz de resultados referentes nacionales .....	35
3. Uso de herramientas tecnológicas .....	43
4. Definiciones de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy).....	54
5. Proyectos guiados por la estrategia ABPy .....	60
6. Hallazgos revisión de literatura año 2018 .....	73
7. Principios facilitadores del Aprendizaje Significativo Crítico .....	86
8. Concepciones alternativas de los estudiantes sobre los circuitos eléctricos .....	88
9. Argumentos sobre ciencias desarrollados por estudiantes y profesores .....	99
10. Estándares en Ciencias Naturales (Habilidades de pensamiento) .....	125
11. Diseño del proyecto, estudio I .....	127
12. Contenidos Estudio I .....	131
13. Diseño del proyecto, estudio II .....	135
14. Características esenciales del proyecto .....	139
15. Actividades del proyecto .....	141
16. Niveles definidos para la práctica pedagógica en la versión 2 del programa .....	146
17. Estructura curricular definida para Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado .....	148
18. Actividades e instrumentos de recolección de información, Estudio I .....	155
19. Sistema de categorías (E, CE, EA, AE y TG) y subcategorías y su respectiva definición .....	157
20. Asuntos emergentes sobre el dominio conceptual de electricidad (E) en la fase inicial del Proyecto .....	159
21. Asuntos emergentes para el dominio conceptual sobre electricidad (E) en la fase final del proyecto .....	161
22. Resultados iniciales .....	162
23. Respuestas del componente microscópico .....	163
24. Conocimiento de tipos de energías limpias .....	167
25. Proyectos específicos de cada grupo de trabajo .....	169
26. Diagnóstico realizado a cada uno de los grupos participantes del proyecto .....	170
27. Percepción de los estudiantes respecto al trabajo realizado en el interior del grupo .....	176
28. Respuestas de los integrantes del grupo 2 .....	178
29. Desde el modelo tradicional al enfoque de competencias .....	189
30. Competencias Siglo XXI .....	191

<b>31.</b> Reinterpretación de los aspectos propuestos en el reporte de García y Valero-García (2011) .....	200
<b>32.</b> Preguntas orientadoras para el diseño de un proyecto .....	202
<b>33.</b> La TAS como marco de referencia en investigaciones sobre ABP .....	205
<b>34.</b> Clasificación de los principios de la TASC López (2014) .....	209
<b>35.</b> Clasificación de los principios de la TASC (2010) Adaptado de López (2014) – nueva clasificación .....	210
<b>36.</b> Relación Características ABPy y principios de la TASC .....	214
<b>37.</b> Ruta para diseñar un proyecto .....	219
<b>38.</b> Diferentes etapas con sus respectivas actividades e instrumentos de recolección de datos .....	226
<b>39.</b> Sistema de categorías (E, CE, EA, AE y TG) y subcategorías y su respectiva Definición .....	228
<b>40.</b> Sistema de categorías y subcategorías en relación con los principios de la TASC definidos para este estudio.....	229
<b>41.</b> Respuestas de los estudiantes asociados a las subcategorías DE y AUE.....	232
<b>42.</b> Acciones descritas por cada Caso para reducir el gasto de energía eléctrica.....	234
<b>43.</b> Respuestas agrupadas en 3 grupos (Cobre, otros metales y cubierta del cable) .....	237
<b>44.</b> KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo G1 .....	239
<b>45.</b> KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo G2 .....	240
<b>46.</b> KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo G3 .....	241
<b>47.</b> KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo G4 .....	242
<b>48.</b> Subcategorías y respuestas asociadas a subsumidores irrelevantes .....	245
<b>49.</b> Subcategorías y respuestas asociadas a subsumidores relevantes .....	247
<b>50.</b> Clasificación propuesta por de López, Veit y Solano (2014).....	248
<b>51.</b> Criterios jerarquizados con respecto a la clasificación de las preguntas .....	249
<b>52.</b> Actividades en las cuales se obtuvieron datos, preguntas formuladas y la valoración de cada Caso .....	249
<b>53.</b> Totales de las preguntas para cada Caso y para cada nivel .....	254
<b>54.</b> Nueva clasificación de las preguntas .....	254
<b>55.</b> Descripción del modelo (Driver y cols., 1994) para cada Caso .....	257
<b>56.</b> Resultados de los Casos con relación a la corriente eléctrica .....	259
<b>57.</b> Preguntas e hipótesis de la entrevista a la comunidad .....	261
<b>58.</b> Elementos que corresponden a G3 .....	263
<b>59.</b> Información de la entrevista sobre el consumo eléctrico .....	264

<b>60.</b>	Características de los 4 Casos seleccionados .....	266
<b>61.</b>	Errores comunes rastreados en la literatura .....	273
<b>62.</b>	Clasificación propuesta por Osborne, Erduran y Simon, 2004 .....	278
<b>63.</b>	Clasificación por niveles (Osborne, Erduran y Simon, 2004). realizada para cada uno de los casos .....	279
<b>64.</b>	Esquema de argumentación elaborado por el Caso G1 .....	282
<b>65.</b>	Sistematización del instrumento final .....	289
<b>66.</b>	Análisis de las respuestas para cada uno de los Casos .....	291
<b>67.</b>	Respuestas agrupadas en 3 grupos (Cobre, otros metales y cubierta del cable) .....	294
<b>68.</b>	KPSI final G1 .....	295
<b>69.</b>	KPSI final G2 .....	296
<b>70.</b>	KPSI final G3 .....	297
<b>71.</b>	KPSI final G4 .....	298
<b>72.</b>	Etapas con sus respectivas actividades e instrumentos de recolección de datos, objetivos y duración .....	305
<b>73.</b>	Criterios de Evaluación .....	309
<b>74.</b>	Niveles definidos para la práctica pedagógica en la versión 2 del programa .....	311
<b>75.</b>	Estructura curricular definida para Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado .....	313
<b>76.</b>	Preguntas que orientan el diseño de los proyectos .....	318
<b>77.</b>	Trabajos de grado línea ABPy .....	319
<b>78.</b>	Características del proyecto “Explorando el universo microscópico en Sol de Oriente” .....	321
<b>79.</b>	Características del proyecto “Cartografía escolar, un ambiente por explorar” .....	324
<b>80.</b>	Características del proyecto “Proyecto Gen-Ética” .....	327
<b>81.</b>	Características del proyecto “Ecodomésticos protectores del planeta” .....	329
<b>82.</b>	Similitudes y diferencias de cada uno de los estudios .....	341
<b>83.</b>	Comunicaciones presentadas a evento académico.....	355

## LISTA DE FIGURAS

N°	FIGURA.....	Pág.
1.	Toulmin’s Argument Pattern TAP .....	66
2.	Esquema del texto argumentativo según Toulmin (1993) .....	96
3.	Estructura general del proceso de práctica pedagógica.....	110
4.	Proceso general de Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado. ....	146
5.	Centros de práctica y actividades principales .....	150
6.	Mapa conceptual de un grupo de estudiantes.....	160
7.	Conceptos asociados a la subcategoría CCE, antes y después de la realización del Proyecto.....	164
8.	Conceptos asociados a la subcategoría FCE, antes y después de la realización del Proyecto.....	164
9.	Circuito elaborado por los estudiantes del proyecto “Las hamacas: un sector piezoelectrificado .....	165
10.	Esquema elaborado por los estudiantes del proyecto “Las hamacas: un sector piezoelectrificado” .....	165
11.	Conceptos asociados a la subcategoría ECE, antes y después de ejecución del proyecto.....	166
12.	Nomenclatura e instrumentos de medición NI .....	166
13.	Magnitudes Físicas MF .....	166
14.	Estudiantes realizando mediciones con el multímetro .....	167
15.	Estudiantes explicando el funcionamiento de la protoboard.....	167
16.	Estudiantes del proyecto “fuente de riego solar”, testando el funcionamiento del circuito.....	169
17.	Estudiantes del proyecto “fuente de riego solar”, testando el funcionamiento del circuito .....	169
18.	Esquema construido por los estudiantes del grupo II.....	171
19.	Esquema construido por los estudiantes del grupo III .....	172
20.	Esquema construido por los estudiantes del grupo IV .....	173
21.	Esquema construido por los estudiantes del grupo V .....	174
22.	Esquema construido por los estudiantes del grupo VII.....	175
23.	Estudiante del proyecto “estación metro cable Pajarito” utilizando el tiempo de descanso entre clases para adelantar la maqueta de su equipo .....	177
24.	Estudiantes del proyecto “fuente de riego solar”, testando el funcionamiento del circuito .....	177

<b>25.</b> Grupos de trabajo alrededor del diseño y elaboración de las maquetas de cada proyecto .....	180
<b>26.</b> Grupos de trabajo alrededor del diseño y elaboración de las maquetas de cada proyecto .....	180
<b>27.</b> Socialización evento institucional .....	180
<b>28.</b> Modelo de oro” para estándares en PBL .....	194
<b>29.</b> ABPyC .....	217
<b>30.</b> Fotografías de estudiantes realizando la entrevista a la comunidad .....	262
<b>31.</b> Presentación línea ABPy .....	310
<b>32.</b> Proceso general de Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado .....	311
<b>33.</b> Centros de práctica y actividades principales .....	312
<b>34.</b> Rúbrica para la elaboración del trabajo de grado .....	316
<b>35.</b> Instrumento inicial (microorganismos, E1) .....	322
<b>36.</b> Instrumento final (microorganismos, E1) .....	322
<b>37.</b> Rutas que dirigen al Occidente de Medellín. Extraído de <i>Google Earth</i> .....	325
<b>38.</b> Producto final .....	326
<b>39.</b> Socialización ecodomésticos protectores del planeta .....	330
<b>40.</b> Socialización ecodomésticos protectores del planeta .....	330
<b>41.</b> Respuesta a las preguntas relacionadas con el motivo de selección de la línea y el conocimiento previo sobre ABPy .....	331
<b>42.</b> Respuestas asociadas a la estrategia pedagógica ABPy, utilizando el Software .....	
<b>43.</b> ATLAS.Ti .....	332
<b>44.</b> Respuestas asociadas al trabajo en el seminario utilizando el Software ATLAS.Ti ....	333

# LISTA DE GRÁFICOS

N° Gráfico	Pág.
1. Concepto electromagnéticos objeto de investigación en los artículos rastreados .....	38
2. Herramientas pedagógicas y didácticas utilizadas en las investigaciones rastreadas .....	43
3. Niveles de enseñanza de las investigaciones .....	50
4. Número de publicaciones sobre argumentación en educación en ciencias en el periodo 1991-2010 .....	94
5. Estándares para el ABPy .....	105
6. Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT) .....	121
7. Estudio de caso.....	123
8. Mapa del proyecto, estudio I .....	126
9. Mapa del proyecto Pajarito: comunidad Solar .....	134
10. Elementos comunes en cada uno de los casos (G1, G2, G3 y G4) .....	231
11. Fuentes de energía expuestas por cada Caso .....	235
12. Asuntos iniciales respecto a esta subcategoría CE .....	236
13. Mapa de proceso Caso G1.....	244
14. Video juego realizado por el G1, versión 1 .....	267
15. Video juego realizado por el G1, versión 2 .....	268
16. Aplicación realizada por el G2 .....	268
17. Video juego en Unity 3D realizado por el G3, versión 1 .....	270
18. Video juego en Unity 3D realizado por el G3, versión 2 .....	271
19. Video juego realizado por el G4 .....	272
20. Dificultades en la interpretación de los diagramas que representan un circuito .....	276
21. Elementos comunes en cada uno de los casos (G1, G2, G3 y G4).....	288
22. Confusiones que se presentaron en el instrumento inicial .....	292
23. Indagación de los efectos que produce la corriente eléctrica .....	293
24. Mapa elaborado que corresponde a los elementos generales aportados por todos los Casos .....	300
25. Percepción de los participantes – Reflexión .....	301
26. Relaciones conceptuales alrededor del concepto “Genética” Caso 1 .....	328
27. Relaciones conceptuales alrededor del concepto “Genética” Caso 1 .....	328

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que ha influido en el hecho de que la enseñanza de las ciencias no resulte interesante para los estudiantes ha sido el planteamiento que aún mantiene su enseñanza (Benítez y García, 2013), ya que tal vez el docente no ha logrado dejar a un lado su protagonismo y por lo tanto ha construido tal vez sin quererlo una imagen de ciencia centrada en sí misma, académica y formalista (Astudillo, Rivarosa y Ortiz, 2011). En este sentido, apenas se relaciona lo enseñado en el aula de clase con los asuntos cercanos al contexto de enseñanza.

Tal y como mencionan Pozo y Gómez (2013) una de las preguntas más recurrentes en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias es ¿por qué los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña? Una crisis que según estos autores no sólo se manifiesta en las aulas de clase, sino también en los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias. Lo anterior podría deberse a algunas actitudes y creencias inadecuadas mantenidas por los estudiantes con respecto a la naturaleza de la ciencia y su aprendizaje, entre ellas:

*Adoptar una posición pasiva, esperando respuestas en lugar de formularlas y mucho menos formular preguntas; concebir los experimentos como “demostraciones” y no como investigaciones; asumir que el trabajo intelectual es una actividad individual y no de cooperación y búsqueda conjunta; considerar la ciencia como un conocimiento neutro, desligado de sus repercusiones sociales; asumir la superioridad del conocimiento científico con respecto a otras formas de saber culturalmente “primitivas”, etc. (p. 21)*

En este sentido, en la práctica docente se observan estudiantes que suelen utilizar modelos científicos simplificados, que tal vez tienen significado para el nivel de erudición del profesor, pero que no encuentran referente en la estructura cognitiva de los estudiantes. Bajo estas circunstancias, los estudiantes deben incorporar memorísticamente un modelo que no es completamente científico y que, además, les resulta escasamente significativo (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001)

Si dirigimos ahora la mirada a la enseñanza de la física en particular, el panorama es similar y la enseñanza de diferentes tópicos asociados a este campo del conocimiento, se han constituido en el foco de diversas investigaciones en el ámbito educativo. Tal y como afirma Moreira (2004) múltiples investigadores han empezado a tomar conciencia sobre la necesidad de no solo centrar la atención en asuntos conceptuales y que más allá de eso, lo procedimental y actitudinal ligado a componentes epistemológicos y didácticos que sean coherentes con la práctica educativa, parecen ser necesarios para su enseñanza.

Además, si focalizamos su enseñanza a la educación básica secundaria (estudiantes entre los 12 y los 16 años) el panorama muestra cómo se centra su trabajo en el estudio del comportamiento macroscópico de la materia desde un punto de vista también macroscópico (Pozo y Gómez, 2013). Algo similar ocurre con la enseñanza de los contenidos sobre electricidad, los cuáles se resumen en el estudio de los circuitos eléctricos a partir de los elementos, también macroscópicos de ese circuito y los efectos que podemos percibir, sin profundizar en las explicaciones de orden microscópico.

Debido a lo anterior, esta tesis ha elegido el tema ‘electricidad’ y los circuitos eléctricos en particular, pues la mayoría de los estudiantes continúan considerándola como un tema difícil y poco atractivo (Guisasola et al 2008), además de que su enseñanza consigue escaso aprendizaje en los estudiantes (Psillos 1998, Duit y von Rhöneck 1998). En este sentido, el trabajo presentado por de Pro Bueno y Rodríguez Moreno (2010) relata cómo la electricidad y los circuitos eléctricos han sido analizados desde diferentes perspectivas: en relación con el aprendizaje, en relación con las propuestas de enseñanza y en relación con la adquisición de competencias. En el presente trabajo se retoma la primera perspectiva, como una forma de reiterar las dificultades emergentes en el momento de trabajar estos conceptos.

Para revertir esta situación, es necesario pensar en propuestas metodológicas, innovaciones educativas o estrategias pedagógicas que promuevan de manera significativa el aprendizaje de conceptos físicos en el aula de clase. Además, si se toma como referente la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 2002) e incluso la propuesta de Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005) son pocas las investigaciones en el campo educativo que se dirigen hacia ellas y menos aún en el campo de la enseñanza de la física.

En este sentido, las propuestas de enseñanza deberían reunir por lo menos dos características señaladas por de Pro Bueno y Rodríguez Moreno (2010). Primero, deberían condicionarse al contexto al que van dirigidas, esto debido a que, aunque cualquier aporte pueda entregar ideas sobre los estudiantes, hay variables como el currículum oficial, la formación docente, la cultura escolar y principalmente, las características, ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes que podrían complicar la transferencia intercontextual.

En segundo lugar, deberían impulsar un Aprendizaje Significativo centrado en el estudiante, donde el proceso de construcción de nuevos conocimientos tenga lugar mediante la interacción de las ideas previas con la nueva información, la cual puede ser presentada de múltiples formas para incentivar su interés, de tal manera que en la medida en que esta se relacione con sus ideas preexistentes, adquiera un sentido y un significado para el sujeto que aprende, aunque no siempre sea el más cercano a las ideas que son aceptados por la comunidad científica (Ausubel et al, 2003)

En este orden de ideas, se hace evidente la necesidad de poner en la escena educativa, estrategias de enseñanza contextualizadas, donde los estudiantes estén activamente vinculados con su proceso de aprendizaje y los docentes puedan a través de la intervención didáctica potenciar habilidades científicas necesarias para atender a las exigencias de una sociedad heterogénea y cambiante.

En este sentido, esta investigación se apoya en el marco de las denominadas pedagogías activas, en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), el cual se considera como una estrategia didáctica que podría propiciar el interés de los estudiantes hacia la ciencia y su aprendizaje, debido a que lo sitúa en el centro del proceso formativo, fomenta su autonomía y pone énfasis en respuestas a preguntas o elaboración de productos de interés, mediante la utilización de técnicas de investigación (Thomas, 2000).

El ABPy es considerado como una metodología que se centra en aspectos que conducen a los estudiantes a encontrar los conceptos fundamentales y principios de un tema práctico (Collazos et al 2016, Kioupi y Arianoutsou 2016); o como un modelo de aprendizaje donde los estudiantes trabajan de manera activa, planificando, implementando y evaluando proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula (Martí 2010); o como un tipo de investigación escolar (Manso y Ezquerra 2014, Langbeheim 2015) sobre temas que interesan a los alumnos como núcleo para engarzar los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este trabajo se identifica con la definición de Domínguez et al (2011), quienes hacen alusión al ABPy como una estrategia pedagógica que busca la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes a partir de un problema real. Tiene un enfoque constructivista con énfasis investigativo, eficaz para desarrollar competencias en los estudiantes (Ausín et al 2016) y que genera habilidades para resolver problemas en contexto (Moursund 2007) o crear productos.

Por otro lado, comparando entornos de enseñanza tradicional con otros en los que se aplica el ABPy, se ha comprobado que los estudiantes de entornos mediados por proyectos muestran una mejor capacidad para la resolución de problemas (Finkelstein et al 2010) y son clasificados como más comprometidos, más autosuficientes y con mayor capacidad atencional (Thomas 2000; Walker y Leary 2009).

Aunque parece claro que el ABPy no es algo nuevo, ni es propio del auge tecnológico y metodológico actual, lo que sí debería ser considerado es el hecho de que uno de los principales objetivos del ABPy se relaciona con la transformación de las prácticas de aula, que sean el reflejo de los contextos de aplicación de los proyectos y que respondan a problemáticas auténticas.

Por otro lado, y atendiendo a las ideas expuestas hasta ahora, existen múltiples investigaciones (Duda y Ward, 2014; López, 2014; Lee y Lim, 2012; Maldonado, 2008; Torres, 2010; García y Amante, 2007; Cenich y Santos, 2005) que presentan como punto de partida el hecho de que el aprendizaje debe estar centrado en el estudiante y que el proceso de construcción de nuevos conocimientos se da mediante la interacción de las ideas previas con la nueva, la cual puede ser presentada de múltiples formas.

Para atender a este último aspecto, Ausubel (1968) propone la Teoría del Aprendizaje Significativo, como un evento donde la nueva información (la cual es organizada y diferenciada) interactúa con aspectos relevantes (subsunores) de la estructura cognitiva del aprendiz (de una forma estable y diferenciada). En definitiva, se espera que lo que el estudiante aprenda no esté asociado a una tarea meramente tradicional o a un proceso de descubrimiento, por el contrario, que los acontecimientos presentados se puedan visibilizar o materializar a través de diferentes estrategias didácticas que estén acordes con los nuevos retos que supone el uso de las TIC y el auge de la información (e-learning, gamificación, unidades didácticas, resolución de problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos, entre otros).

De esta manera, Moreira (2000) advierte sobre la necesidad de que la información que adquiere un estudiante a través de diferentes estrategias de enseñanza interactúe de manera no arbitraria y no literal con información ya existente en su estructura cognitiva. Para que esto se

presente de manera efectiva deberá intermediar el docente entre la nueva información y el estudiante, debiendo ser potencialmente significativos los materiales didácticos para así favorecer el anclaje correcto de los nuevos conocimientos con los ya existentes.

Además, creemos necesario establecer relaciones entre el ABPy y la Teoría del Aprendizaje Significativo e instaurar un dialogo teórico que redunde en la elaboración de un material que sea potencialmente significativo y que permita a los estudiantes acercarse a la comprensión del fenómeno eléctrico desde una postura reflexiva y crítica que redunde en el aprendizaje significativo de los conceptos estudiados.

La implementación de actividades en el marco de un proyecto tuvo como propósito favorecer la formación de estudiantes más críticos y reflexivos, no solo en el ámbito de la electricidad y los circuitos eléctricos sino también con el uso de los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales involucrados en la aplicación del proyecto; y con esa intención se presentó una propuesta que tenía como objetivo fundamental atender algunos de los principios básicos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), aplicándolos en el aula a partir del uso de actividades teórico-prácticas involucradas en el diseño del proyecto.

En este sentido, para establecer unas relaciones coherentes con las TASC, se retoman los denominados “estándares de oro” definidos por el Buck Institute for Education (BIE), el cual define un conjunto de características esenciales para el diseño de proyectos que son relacionados en este trabajo con algunos de los principios de la TASC como una manera de propiciar en los estudiantes un aprendizaje además de significativo, crítico, en términos de lo expuesto por Moreira en la TASC.

De la misma manera, el rol docente, se constituye en un factor determinante para trabajar el ABPy. En palabras de Mitchener y Anderson (1989), para “garantizar” el éxito de la intervención, se debería considerar que *el profesor es un factor clave que determina el éxito o el fracaso de cualquier innovación curricular*. Es por esto, que además de presentar un trabajo centrado en el aprendizaje de los estudiantes sobre electricidad y circuitos eléctricos, se pone a prueba a través de un programa de práctica pedagógica, los presupuestos teóricos aquí presentados en un grupo de docentes en formación en una línea de investigación en ABPy en un programa de Licenciatura en Ciencias Naturales.

Al respecto, en el contexto educativo del siglo XXI, las propuestas de prácticas pedagógicas requieren una formación profesional integral que atienda a las exigencias de una sociedad de la información. En este sentido, los programas de formación docente deberían

incluir en mayor medida, líneas de profundización y práctica pedagógica vinculados a los intereses del alumnado (TIC, proyectos, juegos, resolución de problemas, entre otros).

En definitiva, esta propuesta fue formulada con el objetivo de propiciar en el estudiante (tanto en el nivel de básica secundaria como universitario, aunque con focos diferentes) el aprendizaje significativo crítico mediante la introducción de conocimientos en electricidad y circuitos eléctricos (Básica secundaria) y formulación de proyectos (Formación de maestros) a través del uso de una propuesta de intervención fundamentada en el Aprendizaje Basado en Proyectos, La Teoría del Aprendizaje Significativo y la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico.

Además de lo enunciado anteriormente, Tamayo y Sanmartí (2005) mencionan que en el aprendizaje de las ciencias no es suficiente el conocimiento del significado individual de las palabras, dado que este no es único, ni universal. Así mismo, aceptar que los significados son elaborados por los individuos y las comunidades nos lleva a reconocer que éstos no forman parte de la propia naturaleza del objeto o del fenómeno. Se requiere entonces que los estudiantes aprendan a utilizar sus significados, que aprendan a usar adecuadamente tanto las palabras como los conceptos según diferentes contextos, problemas o situaciones, y que aprendan a relacionar los diferentes conceptos dentro de un campo del saber determinado.

En estos términos, se resalta, además, la necesidad de abordar otros asuntos en el marco de esta investigación; el desarrollo de habilidades científicas, los procesos de argumentación en los estudiantes, el trabajo colaborativo, el rol del maestro y del estudiante, son algunos de los temas que serán abordados.

La articulación de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y las actividades diseñadas en el marco del Aprendizaje Basado en Proyectos haciendo uso de las características definidas por el BIE, busca generar respuestas para las siguientes preguntas orientadoras de esta investigación:

1. ¿Cuál es el aporte del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) desde la perspectiva del aprendizaje Significativo Crítico al aprendizaje de los estudiantes sobre asuntos asociados al concepto electricidad y los circuitos eléctricos? y ¿cuál es la percepción de un grupo de maestros sobre la formación en ABPy?
2. ¿Cuáles son las relaciones que se pueden establecer entre los principios facilitadores del Aprendizaje Significativo Crítico y las características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el BIE?

3. ¿Cuáles son los insumos conceptuales y procedimentales necesarios para la formulación de una línea de formación de maestros en Ciencias Naturales adscritos a la práctica pedagógica fundamentada en el ABPy y la Teoría del Aprendizaje Significativo?

La primera pregunta de investigación hace alusión a dos casos, el primero referido al aprendizaje de estudiantes de educación secundaria sobre la electricidad y los circuitos eléctricos, y el segundo al estudio II de esta tesis. Este campo conceptual de la física fue abordado considerando no solo el lugar que ocupa en el currículo escolar, sino además las problemáticas identificadas en el contexto de aplicación del estudio, las cuales se resumen en tres situaciones:

- a. **Desde lo disciplinar:** Los conceptos relacionados con los fenómenos electromagnéticos habitualmente no son abordados desde los planes de área, no considerando como referente los lineamientos curriculares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) desde el conocimiento científico básico en el componente “conocimiento de los procesos físicos”, que para los grados décimo y undécimo están relacionados con los conceptos de campo eléctrico y campo magnético, las relaciones cuantitativas entre carga, corriente, voltaje y resistencia, la inducción electromagnética, los campos electromagnéticos creados por corrientes y la producción de energía eléctrica como una forma de transformación de energía.
- b. **Desde lo motivacional.** En los últimos años los estudiantes de grado undécimo han manifestado que al enfrentarse a pruebas externas (ICFES, Saber Pro) no han podido resolver cuestiones relacionadas con la electricidad y el magnetismo. La experiencia más cercana que han tenido los estudiantes sobre fenómenos electromagnéticos ha sido la construcción de un circuito sencillo para trabajar el enlace iónico (fuerzas intramoleculares) o el uso de la técnica de imantación para separar mezclas. Ambos procesos abordados desde la asignatura de química.
- c. **Desde lo curricular:** El modelo pedagógico institucional, se enmarca en una corriente crítico-social con enfoque constructivista, definido según el Proyecto Educativo Institucional (PEI) como un *diseño curricular integrado y mediado por una metodología por proyectos*. Sin embargo, al realizar un diagnóstico institucional, no está claramente definida la apuesta metodológica por proyectos.

Lo anterior, permitió generar dos estudios centrados en las necesidades de la comunidad educativa, lo cual se constituyó en un reto, más allá del saber disciplinar.

Por otro lado, es importante mencionar que la propuesta de intervención, inicialmente consideraba asuntos relacionados con la electricidad y el magnetismo; sin embargo, después de analizar los datos obtenidos a través de los instrumentos de diagnóstico, se decidió dirigir

la atención hacia la enseñanza del concepto electricidad y específicamente los circuitos eléctricos, incluyendo el abordaje de energías alternativas como una oportunidad para aprender sobre ellas, decisión que fue tomada por nuestro grupo de estudiantes que pertenecen a una institución educativa que da mucho énfasis a la formación ambiental.

De cualquier manera, se considera que el ABPy, orientado desde las características esenciales para el diseño de proyectos propuestos por el BIE y su relación con los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo y el enfoque crítico, no sólo permiten una mejor comprensión de los estudiantes hacia los conceptos del campo conceptual de la electricidad y los circuitos eléctricos, sino que además favorece la adquisición de habilidades, acercándolos y haciéndoles partícipes de un proceso de construcción de conocimiento científico escolar.

El segundo estudio referido en la primera pregunta de investigación, involucra un proceso de conformación y puesta en marcha de una línea de práctica pedagógica fundamentada en ABPy; en este asunto, se resalta la oportunidad que se tuvo de participar en una convocatoria pública propuesta por la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales, adscrita a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia; la cual permitió poner a prueba algunos de los referentes utilizados en los estudios iniciales de esta tesis.

Para intentar dar respuesta a las preguntas orientadoras de la investigación, se proponen tres estudios implementados de manera independiente, dos en el ámbito de la educación secundaria (proyectos de 10 semanas de duración cada uno) y uno durante un proceso de formación de maestros en el transcurso de tres asignaturas semestrales (práctica pedagógica I, práctica pedagógica II y trabajo de grado). Con base en lo anterior, estos estudios son presentados en diferentes capítulos de esta tesis, al igual que la revisión de la literatura, la construcción del marco teórico, la fundamentación metodológica, un capítulo denominado ABPy desde una postura crítica (ABPyC) y las consideraciones finales. La introducción hasta ahora presentada corresponde al capítulo I.

En el **capítulo II** se presenta la revisión de la literatura, la cual es abordada siguiendo algunos de los planteamientos de Hoyos (2000). Se presentan los resultados obtenidos al realizar una revisión en diferentes fuentes de información, cuyo propósito fue elaborar un estado de la cuestión acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje relacionados con el electromagnetismo (EM), el aprendizaje basado en proyectos (ABPy) como estrategia pedagógica útil en el ámbito educativo y la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS). Además, se presentan algunos reportes en relación con la importancia de la argumentación en Ciencias y específicamente desde el Modelo Argumental propuesto por Stephen Toulmin y la formación de maestros en ciencias, principalmente en el contexto colombiano.

En el **capítulo III**, correspondiente al marco teórico, se presentan los referentes teóricos en los cuales se fundamenta este trabajo investigativo. Inicialmente, nos referimos a la Teoría del Aprendizaje Significativo propuesta por David Ausubel (1968), las condiciones para que pueda tener lugar el aprendizaje significativo, sus características y algunos asuntos relevantes para nuestra investigación en particular; además, se muestra la versión crítica de esta teoría, propuesta por Moreira (2005 y 2010). En esta misma línea, se realizan algunas reflexiones sobre la relación de este referente teórico con los procesos de enseñanza y aprendizaje de los circuitos eléctricos. También, se presentan algunos de los aportes del Modelo Argumentativo propuesto por Toulmin y las relaciones que intentamos establecer con el aprendizaje significativo de conceptos.

Posteriormente, se describen algunas de las características del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), “los estándares de oro” para el trabajo por proyectos, propuestos por el Buck Institute for Education (BIE) y la importancia de esta estrategia metodológica en el marco de esta investigación. Por otro lado, se presentan algunos referentes sobre formación de maestros en el contexto colombiano, particularmente, desde los procesos de práctica pedagógica que sustentan una propuesta de trabajo con maestros apoyada en el ABPy.

El **capítulo IV** o marco metodológico, se divide en dos partes. La primera relacionada con el referente metodológico que sustentó el proceso de investigación, el cual se enfoca principalmente desde el paradigma cualitativo de tipo estudio de caso; y, además, se realiza una descripción sobre el progreso de este trabajo, la cual incluye los instrumentos para la recolección de la información y las estrategias de sistematización y análisis. En una segunda parte se detalla la metodología de enseñanza orientada desde el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) e implementada en tres estudios que forman parte de esta tesis, sus objetivos y diseño.

El **capítulo V** o Estudio I “prueba piloto” incluye asuntos rastreados en la revisión de la literatura y en el marco teórico para generar el proyecto de intervención directa en el aula de clase, y resalta la interacción profesor-alumno-proyecto en el proceso de aprendizaje de conceptos relacionados con la electricidad y particularmente, sobre los circuitos eléctricos.

El primer estudio que constituyó esta tesis se construyó alrededor de un primer proyecto denominado “*Pajarito sale a la luz*” y se diseñó en tres fases o momentos: Brainstorming, ejecución y socialización. En cada uno de esos momentos, se recopiló la información necesaria para atender a los propósitos de este estudio.

En el **capítulo VI**, denominado ‘Aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica (ABPyC)’, se formula una construcción teórica alrededor de la importancia del ABPy en el ámbito educativo y se recogen algunos de los resultados de la implementación del

estudio I para presentar una propuesta que involucra la relación entre algunos de los principios de la TASC con las características esenciales para el diseño de proyectos propuestos por el BIE. El resultado final fue un conjunto de asuntos teóricos que fueron implementados en el estudio II.

El **capítulo VII**, relativo al estudio II, materializado en el desarrollo de un proyecto denominado “*Pajarito comunidad solar*”, contempla los asuntos descritos en el capítulo VI, ya que su aplicación coincidió con la construcción del mismo. Considera temáticas rastreadas en la revisión de la literatura y en el marco teórico para generar un proyecto de intervención directa en el aula de clase, buscando resaltar la interacción profesor-alumno-proyecto en el proceso de aprendizaje de conceptos relacionados con el concepto electricidad y los circuitos eléctricos. El proyecto se planificó en el marco de un proyecto de ciudad denominado “Generación N” y se desarrolló atendiendo a tres momentos: lanzamiento, desarrollo y cierre. En cada uno de los momentos se recopiló la información necesaria para atender a los objetivos del estudio.

**El Capítulo VIII** presenta el estudio III, una iniciativa para estructurar e implementar una línea de práctica pedagógica orientada por la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), sustentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo y los “estándares de oro” para el diseño de proyectos propuestos por el Buck Institute for Education (BIE), en el programa de Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en la ciudad de Medellín, Colombia. Lo anterior, como una oportunidad para poner en escena algunos de los asuntos teóricos y metodológicos considerados en los estudios I y II de esta tesis en el marco de la formación de maestros y como una apuesta por acercarlos al uso de metodologías que involucren a los estudiantes de una manera activa.

Finalmente, en el último **capítulo IX**, se presentan las conclusiones y consideraciones finales, haciendo una síntesis de los tres estudios aplicados y estableciendo asuntos de convergencia y divergencia. También, se formulan algunas preguntas que quedan pendientes de contestar después de este estudio y las perspectivas futuras.

## CAPÍTULO 2

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al realizar una revisión de la literatura, cuyo propósito fue elaborar un estado de la cuestión acerca de los procesos de enseñanza y aprendizaje relacionados con el electromagnetismo (EM), el aprendizaje basado en proyectos (ABPy) como estrategia pedagógica útil en el ámbito educativo y la Teoría del Aprendizaje significativo (TAS). Además, se presentan algunos reportes sobre la importancia de la argumentación en Ciencias y específicamente desde el Modelo Argumental propuesto por Stephen Toulmin y la formación de maestros en ciencias, principalmente en el contexto colombiano. En este sentido, la información recopilada se utiliza como base para la elaboración del marco teórico y como insumo para el análisis de los resultados obtenidos.

Para esta revisión se utilizan algunos de los planteamientos propuestos por Hoyos (2000), quién presenta un modelo para abordar investigaciones documentales y, aunque este no es el caso particular, algunos de los criterios relacionados con el rastreo y la selección de la información se utilizan como base para establecer un estado de la cuestión sobre los conceptos objeto de estudio.

Inicialmente, Hoyos (op. cit) propone establecer núcleos temáticos, los cuales son entendidos como los subtemas, que para este caso estarán definidos como:

1. Tendencias actuales sobre la enseñanza de conceptos acerca de la electricidad y el magnetismo.
2. La enseñanza de conceptos electromagnéticos desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo.
3. Aprendizaje Basado en Proyectos, características e implicaciones educativas.
4. Referentes para propiciar la argumentación oral y escrita en clase de ciencias.
5. Formación de maestros en el ámbito colombiano.

Después de concretar lo anterior, Hoyos sugiere definir “unidades de análisis”, entendidas como aquel material documental que será revisado; en este sentido, se tuvieron en cuenta revistas de corte nacional e internacional y su rastreo se realizó utilizando bases de datos como EBSCO, Scielo, Dialnet y Scopus, usando las palabras clave, Aprendizaje Significativo (meaningful learning), Aprendizaje Basado en Proyectos (Project-Based Learning), Electricidad y Magnetismo (Electricity and Magnetism), argumentación en ciencias (science argumentation) y formación de maestros. Además, la búsqueda debió ser limitada en términos de tiempo, en un rango entre los años 2010 y 2018, aunque algunos artículos fuera de este intervalo también fueron considerados.

Atendiendo a los criterios definidos anteriormente, se construyó una matriz de resultados para los referentes internacionales (ver tabla 1) en la cual se presenta el nombre de la revista, indicadores de calidad (cuartil – SJR indicador), el número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas (ISSN), el país de origen y las iniciales de los tres asuntos principales. Solo se incluyen las revistas en las cuales se obtuvieron unidades de análisis, ya que la muestra inicial fue de 21 revistas

**Tabla 1.** Matriz de resultados referentes internacionales

Nombre de la revista	Quartil 2017	País de origen	ABPy	TAS	EM
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	Q2	Turquía	1	0	1
International Journal of Science Education	Q1	Reino Unido	0	0	1
Journal Of Biological Education	Q2	Reino Unido	2	0	0
Journal of Research in Science Teaching	Q1	Estados Unidos	0	0	3
Journal of Turkish Science Education	Q3	Turquía	1	0	0
Physical Review Special Topics - Physics Education Research	Q2	Estados Unidos	0	0	12
Physics Education	Q3	Reino Unido	1	0	3
Research in Science Education	Q1	Holanda	0	0	2
Revista Brasileira de Ensino de Física	Q3	Brasil	0	0	2
Revista EUREKA	Q2	España	2	0	2
Revista Formación Universitaria	Q3	Chile	4	0	1
Science and Education	Q1	Holanda	0	0	2
Science Education	Q1	Estados Unidos	1	0	
The International Review of Research In Open And Distance Learning	Q1	Canadá	1	0	0
Revista electrónica de enseñanza de ciencias	NA	España	0	0	2
Revista Enseñanza de las ciencias	Q2	España	1	0	2
Revista Investigações em ensino de ciencias	NA	Brasil	0	1	3
<b>TOTAL</b>			14	1	36

Por otro lado, en la tabla 2 se presentan las revistas donde se hallaron las unidades de análisis relacionadas con el objeto de estudio, las cuales son revistas nacionales, aunque la revisión inicial fue de 13 revistas solo se presentan aquellas en las cuales se obtuvieron unidades de análisis.

**Tabla 2.** Matriz de resultados referentes nacionales

NOMBRE DE LA REVISTA	CATEGORIA COLCIENCIAS	ABPy	TAS	EM
Tecné episteme y didaxis	B	0	0	2
Educación y educadores	A2	1	0	0
Revista científica	C	3	0	4
Bio-grafía	C	0	1	0
Zona próxima	B	1	0	0
<b>Total</b>		5	1	6

En ambos registros de búsqueda, se constituyeron en criterios de exclusión, la lejanía entre los conceptos abordados y el campo de la educación (Salud e ingeniería, por ejemplo); sin embargo, algunos artículos con potencial para aportar al campo de estudio fueron incluidos. Otro criterio de exclusión fueron aquellas investigaciones que se centran exclusivamente en la teoría del Aprendizaje Significativo, en este sentido, se retoman solo artículos en los cuales se establece explícitamente la relación TAS vs Enseñanza y Aprendizaje del Electromagnetismo o TAS vs Aprendizaje Basado en Proyectos. Los referentes utilizados para construir el marco teórico alrededor de la TAS se toman de libros y artículos que desarrollan las ideas centrales de dicha teoría y que son consideradas en esta tesis.

La revisión de la literatura se ha limitado de esta manera, debido a la necesidad de conocer las últimas tendencias en cuanto a la enseñanza del electromagnetismo, ya que es una temática que se ha estudiado desde hace varias décadas y es interesante apreciar no solo su vigencia sino, además, los métodos utilizados para su enseñanza.

Los estudios encontrados, aportan elementos como base teórica que resultan relevantes y necesarios para el diseño y aplicación de esta investigación, que busca consolidar una propuesta de enseñanza sobre conceptos relacionados con la electricidad, específicamente, los circuitos eléctricos, a través de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (de ahora en adelante ABPy), la cual pretende propiciar un aprendizaje significativo crítico y mejorar la argumentación de los estudiantes objeto de análisis.

De igual manera, se pretende caracterizar el ABPy y hacer énfasis en su aplicabilidad en el ámbito educativo y específicamente para el área de Ciencias de la Naturaleza, incluida la formación de maestros. En este sentido, interesa resaltar el papel protagónico de los estudiantes en su proceso de construcción de conocimiento y la necesidad de ser críticos y reflexivos frente a los problemas que se identifiquen en los contextos en los cuales se desarrolle un proyecto.

A continuación, se presentan inicialmente los trabajos que hacen referencia al uso de estrategias de enseñanza sobre conceptos relacionados con el electromagnetismo.

## **2.1. Tendencias actuales sobre la enseñanza de conceptos acerca de la electricidad y el magnetismo.**

Si bien existen numerosas investigaciones posteriores al año 2010, esta revisión se centra en recopilar algunas de los estudios que han sido referenciados en las revistas de investigación descritas anteriormente.

En este sentido, se presentan los principales resultados de una revisión de literatura referente a las tendencias utilizadas en los últimos ocho años sobre la enseñanza de conceptos relacionados con la electricidad y el magnetismo en la educación en ciencias, desde niveles básicos hasta la formación universitaria.

La electricidad y el magnetismo son fenómenos muy similares y estrechamente relacionados. Para un experto, su similitud se ilustra, por ejemplo, por su presencia algo simétrica en las ecuaciones de Maxwell y la ecuación de la fuerza de Lorentz. Para un principiante, la electricidad y el magnetismo también pueden ser vistos como muy similares, pero por diferentes razones; la electricidad y el magnetismo tienen muchas características superficiales, como la polaridad (positivo-negativo y norte-sur) y la aparición de fuerzas atractivas y repulsivas (imanes que se pegan a un refrigerador o repulsión estática del pelo). Precisamente las evidencias que sugieren estas semejanzas simples suelen propiciar dificultades en los estudiantes para distinguir o diferenciar los fenómenos eléctricos de los magnéticos. (Scaife y Heckler, 2011)

Al respecto se menciona que, si las dificultades de los estudiantes se derivan de una falta de distinción entre los conceptos eléctricos y magnéticos, se podría esperar una confusión bidireccional, es decir, hay situaciones en las cuales los estudiantes aplican conceptos asociados con la electricidad para responder preguntas de magnetismo y, al revés, también hay situaciones en las que los estudiantes usan conceptos asociados con el magnetismo para responder preguntas de electricidad.

Es necesario entonces enfatizar que los conceptos relacionados con la electricidad y el magnetismo y sus métodos de enseñanza han sido trabajados desde hace varias décadas y han tenido una gran influencia en la educación en ciencias. Resulta interesante mostrar el número de investigaciones que aún se preocupan por estos asuntos y que continúan proponiendo estrategias de enseñanza a la luz de diferentes problemas de aprendizaje. Al respecto, surgen algunas preguntas: ¿por qué no se ha implementado en una mayor proporción el trabajo por Proyectos en la enseñanza de conceptos electromagnéticos?, ¿persisten las metodologías pasivas en las aulas de clase?, ¿cómo se están trabajando en la educación en ciencias los conceptos relacionados con el electromagnetismo?, preguntas que no son respondidas con esta revisión de la literatura, pero que podrían ser revisadas nuevamente después de la realización de este trabajo.

A propósito, la utilización de diversas estrategias para responder estas cuestiones y el creciente número de investigaciones hace necesario presentar un estado de esta cuestión y ponerlo en consideración para el análisis.

En este sentido, a continuación, se realiza un análisis de los artículos rastreados sobre las tendencias actuales en la enseñanza de conceptos relacionados con la electricidad y el magnetismo. Se han clasificado los artículos en tres categorías: i) conceptos abordados en las investigaciones, ii) estrategias didácticas empleadas y iii) niveles de enseñanza donde se han implantado.

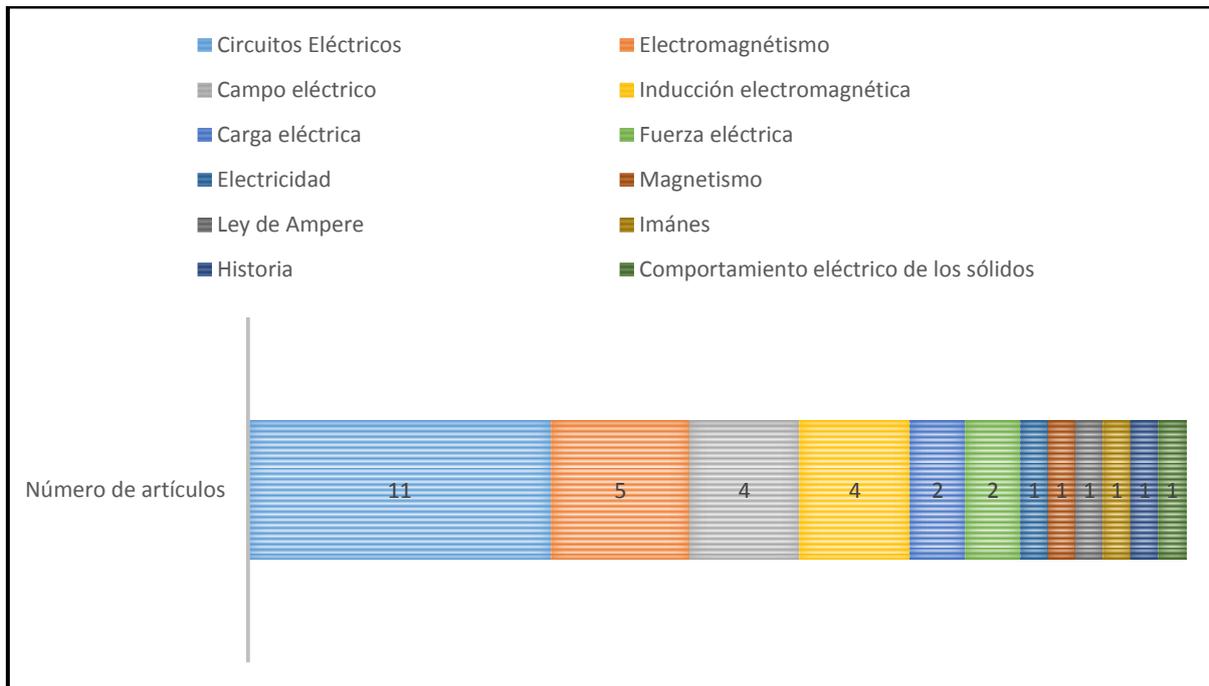
### **2.1.1. Conceptos electromagnéticos abordados en las investigaciones.**

Después de realizar una revisión detallada de lo que registra la literatura en los últimos siete años en las revistas mencionadas, hemos encontramos 34 registros de investigaciones que cumplen con las características que son objeto de análisis. Los conceptos tratados en los estudios seleccionados se relacionan en el gráfico 1 y cada uno de ellos aporta cuestiones interesantes que serán detalladas a continuación.

De los conceptos que se describen en el gráfico 1, llama la atención el número de investigaciones relacionadas con los circuitos eléctricos (Jaakkola *et al*, 2011; Coelho y Amantes, 2014; Teixeira *et al*, 2010; BM de Almeida *et al*, 2014; De Pro Bueno, A. y Rodríguez, 2010; Leone, 2014; Smith y Van Kampen, 2011; Dounas-Frazer *et al*, 2016; Rosales *et al*, 2016; Adem y Ozcan, 2015), lo que hace evidente su protagonismo en los últimos siete años.

Para Teixeira, Veit y Moreira (2010) este resultado es lógico, ya que consideran que la electricidad es una de las áreas más estudiadas en términos de las dificultades de aprendizaje y una parte significativa de estos estudios se refiere a la enseñanza de circuitos eléctricos simples. Según estos estudios, muchos estudiantes, incluso después de la instrucción formal,

no son capaces de analizar y predecir el comportamiento de las magnitudes físicas (voltaje, intensidad, resistencia, potencia, ...) involucradas en circuitos eléctricos.



**Gráfico 1.** Conceptos electromagnéticos objeto de investigación en los artículos rastreados.

A nivel conceptual, se puede encontrar en estas investigaciones informes relacionados con las concepciones alternativas de los estudiantes al trabajar con circuitos eléctricos. Algunas de ellas hacen énfasis en su identificación y otras usan otros referentes teóricos para el desarrollo de sus propuestas. A continuación, se presentan algunos casos puntuales a partir de la literatura revisada.

De Pro Bueno y Moreno (2010) planificaron y desarrollaron con estudiantes de educación primaria una propuesta didáctica sobre circuitos eléctricos. Como consecuencia de los resultados obtenidos, señalan que los estudiantes de educación primaria:

- No suelen tener problemas para identificar las máquinas y aparatos eléctricos de su entorno.
- A los 10 años (y probablemente antes) conectan sin dificultad distintos elementos de un circuito.
- Consideran los elementos de los circuitos (pilas, bombillas, resistencias...) como “cajas negras”, no exentas de componentes mágicos o animistas.
- Tienen problemas con las representaciones simbólicas de los circuitos.
- Presentan dificultades con el manejo del voltímetro y el amperímetro.

Una de las mayores dificultades que se presentan, no solo en el nivel de primaria sino incluso en el nivel universitario, son las concepciones sobre corriente eléctrica y su lejanía

con explicaciones relacionadas con la estructura de la materia. Se ha dejado de lado la necesaria relación entre la composición de la materia y la electricidad, que para el caso de la enseñanza en la básica secundaria se presentan como temas independientes y sin conexión (García, 2010).

Continuando con esta línea, las concepciones alternativas de los estudiantes respecto a los circuitos eléctricos siguen siendo exploradas a pesar de encontrarse una amplia referencia de ellas en la literatura. Guerchi y da Silva Rosa (2014) aplicaron una evaluación diagnóstica inicial que fue luego precedida por una segunda etapa de evaluación diagnóstica a partir del desarrollo de un cuestionario. A partir de la sistematización de los resultados, lograron concluir que la mayoría de los alumnos del grupo experimental no presentaron conceptos subsunores sobre la conservación de la carga eléctrica, el vector campo eléctrico, la intensidad de corriente eléctrica y la diferencia de potencial; esto, contrario a los resultados obtenidos con el grupo control. Estos resultados les permitieron inferir, acerca de la necesidad de continuar indagando las concepciones alternativas de los estudiantes, ya que no podían garantizar que los alumnos se encontraran en un mismo nivel de partida en su proceso de aprendizaje.

Los estudios de Jaakkola *et al* (2011) recogen algunos elementos interesantes en relación con los circuitos eléctricos y las concepciones alternativas de los estudiantes. Inicialmente señalan que conceptos centrales como voltaje, corriente y resistencia eléctrica son muy abstractos y por su naturaleza se refieren a procesos que son dinámicos y a menudo intangibles en sistemas naturales. Seguidamente, mencionan que no es fácil entregar a los estudiantes información precisa sobre circuitos eléctricos en un formato fácilmente comprensible; por ejemplo, el desarrollo de una comprensión teórica a través de una manipulación práctica con circuitos reales puede ser problemática en muchos casos ya que los estudiantes solo pueden ver lo que está pasando a nivel superficial, siendo incapaces de comprender los procesos subyacentes y los mecanismos que son importantes para la comprensión teórica.

Además de las investigaciones relacionadas con los circuitos eléctricos, otros autores (Sadaghiani, 2011; Kontur *et al*, 2015; Savelsbergh *et al*, 2011; Scaife y Heckler, 2011; Pepper *et al*, 2012; Bollen *et al*, 2016; Dega *et al*, 2013) han realizado investigaciones sobre otros tópicos de electricidad y magnetismo, de las cuales se desprenden construcciones teóricas directamente relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de estos conceptos.

Una de las dificultades rastreadas radica en la escasa integración entre las matemáticas y la física, ya que es un proceso lento y difícil de incorporar (Pepper *et al*, 2012). Normalmente, los estudiantes tienen dificultades para resolver un problema en un contexto específico y establecer un cálculo apropiado.

En este mismo sentido, Nguyen y Rebello (2011) en un estudio titulado “Students’ difficulties with integration in electricity” mencionan que, a menudo se espera que los estudiantes en cursos de física basados en cálculo tengan suficientes conocimientos y habilidades matemáticas para ser aplicados a problemas de física. Sin embargo, investigaciones sobre resolución de problemas de física indican que la transferencia de la matemática a la física por los estudiantes no ocurre tan a menudo y fácilmente como esperamos.

Por otro lado, algunos estudios citados por Scaife y Heckler en el año 2011, muestran que muchos estudiantes, de modo incorrecto, creen que los polos magnéticos tienen cargas electrostáticas o que los campos magnéticos se originan a partir de partículas cargadas estacionarias. Algunas consecuencias de esta confusión radican en que los estudiantes confunden fácilmente los campos eléctricos y magnéticos y se inclinan, incorrectamente, a responder que la fuerza experimentada por una partícula cargada se dirige hacia un polo magnético o está en la dirección de las líneas del campo magnético.

Los estudios mencionados anteriormente ponen de relieve el hecho de que muchos estudiantes usan los conceptos y representaciones aprendidos durante la instrucción en electricidad (que normalmente ocurre antes del magnetismo) para responder preguntas sobre este mismo concepto.

Otros aspectos de orden conceptual relacionados con la electricidad y el magnetismo se refieren a continuación:

1. *Imanes*. En el trabajo de Preston (2016) se exploran algunas de las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los imanes y su comportamiento. Plantea que las explicaciones iniciales de los estudiantes sobre los imanes son de dos tipos: i) explicaciones basadas en la composición, en las cuales sostienen que algo que hay dentro del imán "metal, plomo especial, polvo de metal negro o negativos y positivos" lo hace funcionar; y ii) explicaciones basadas en la terminología, donde mencionan palabras conocidas como "material magnético, fuerzas invisibles de gravedad o electricidad", posiblemente relacionado con el magnetismo (Cheng y Brown, 2010)
2. *Inducción electromagnética*. Almudí et al (2016) mencionan que sobre este concepto existen pocos estudios, tanto sobre las ‘ideas de los estudiantes’ como sobre ‘secuencias de enseñanza y aprendizaje’. Destacan su importancia ya que, según ellos, en esta temática se conjugan y sintetizan de forma creativa diferentes leyes de la electricidad y el magnetismo y que desde un enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS), la comprensión de la inducción electromagnética permite a los ciudadanos tomar decisiones racionales sobre diversas aplicaciones tecnológicas presentes en su vida cotidiana.

3. *Carga eléctrica*. Barcellos y Krey (2014) presentan una propuesta para integrar la física de partículas y el concepto de carga eléctrica por medio de la aplicación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa.
4. *Campo eléctrico*. Cao y Brizuela (2016) recurriendo a otros autores (Maloney *et al*, 2001; Furio y Guisasola, 1998; Tornkvist *et al*, 1993) dicen que el concepto de campo eléctrico se introduce generalmente en la escuela secundaria y en la física de la universidad y que los estudios que han investigado la comprensión de los campos eléctricos por parte de los estudiantes han documentado ideas predominantemente sostenidas por los estudiantes; por ejemplo: ‘las grandes cargas ejercen fuerzas más fuertes’, ‘las líneas de campo representan las trayectorias de las cargas móviles’, ‘las fuerzas eléctricas actúan a una distancia sin necesidad de un medio’. Plantean como pregunta principal en su investigación, *¿qué ideas de campo eléctrico tienen los estudiantes de la escuela secundaria cuando participan en tareas abiertas, antes de recibir la instrucción formal?*

Otro aspecto a tener en cuenta es el que se destaca en el trabajo de Reyes y Martínez (2013), quienes critican que, en general, los libros de texto secuencian los temas de una forma lineal (carga eléctrica, ley de Coulomb, campo eléctrico, potencial eléctrico y circuitos), y los profesores asumen su planeación y desarrollo de las clases en el mismo sentido; también critican que se involucre el concepto de diferencia de potencial como una aplicación del concepto campo eléctrico, sin mediación de una reflexión sobre el concepto de energía potencial, o de una aproximación que lo diferencie de la visión Newtoniana de la caída libre, donde las partículas tienen energía potencial.

5. *Ley de Ampere*. Wallace y Chasteen (2010) hacen énfasis en la importancia de esta ley para la comprensión del electromagnetismo. Al respecto, en sus reflexiones finales mencionan que los problemas que realicen e involucren la ley de Ampere pueden promover diversas habilidades de razonamiento que son valoradas por los físicos, como visualizar la situación física del problema, conectar las matemáticas y la física, y pensar de manera metacognitiva sobre lo que uno hace y no entiende.

Tal y como se puede apreciar en las investigaciones anteriores, el trabajo realizado sobre las dificultades que presenta la comprensión de la electricidad y el magnetismo en los últimos siete años ha atendido a diferentes conceptos, ratificando la vigencia de esta temática en la investigación en enseñanza de las Ciencias, su importancia y la necesidad de continuar fortaleciendo su trabajo y diversificando las estrategias de enseñanza.

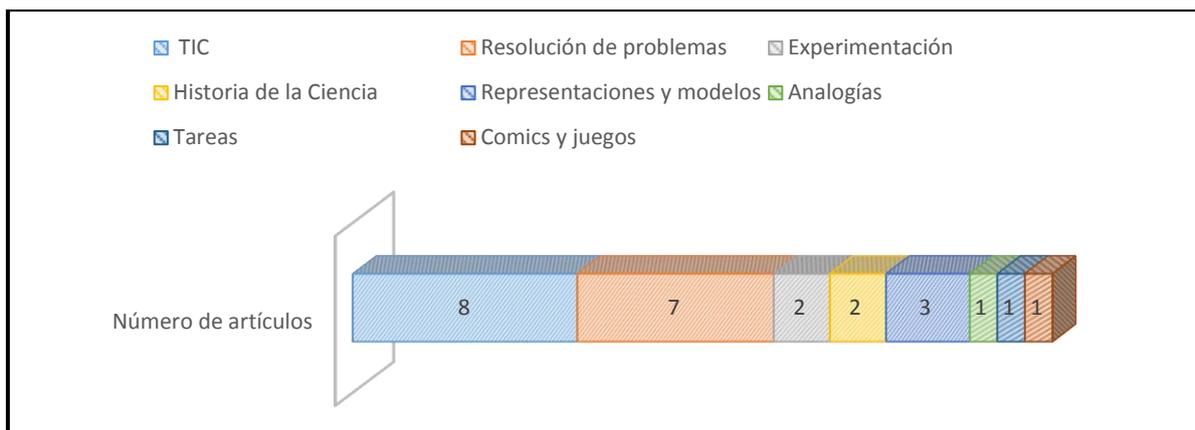
### **2.1.2. Herramientas pedagógicas y didácticas utilizadas en la enseñanza de la electricidad y el magnetismo.**

Otro aspecto importante, en concordancia con las investigaciones mencionadas anteriormente, está relacionado con las herramientas que son consideradas como potenciales para la enseñanza y posterior aprendizaje de conceptos relacionados con el electromagnetismo. Hemos realizado una clasificación de los artículos según las herramientas utilizadas. De forma general, resaltamos la aplicación de unidades didácticas y secuencias de enseñanza que involucran diversas herramientas.

El ‘aprendizaje basado en proyectos’, estrategia principal de esta investigación, no ha sido identificado en las investigaciones rastreadas como herramienta principal de trabajo. Al respecto, consideramos que no basta con solo incluir conceptos y fenómenos de física en los currículos escolares y planes de área, es necesario también incorporar en la planeación y en los diseños curriculares actividades que estimulen al estudiante a construir y asociar sus conocimientos con fenómenos cercanos a sus contextos de aprendizaje. Creemos que el ‘Aprendizaje Basado en Proyectos’ (ABPy) es una buena alternativa para motivar a los estudiantes en el trabajo y comprensión de estos conceptos. Aspecto que será ampliamente discutido en capítulos posteriores.

De Pro Bueno y Rodríguez (2010), en relación con las propuestas de enseñanza, son enfáticos en mencionar que estas deben condicionarse al contexto. Esta apreciación permite pensar que las estrategias metodológicas que serán detalladas a continuación son igual de importantes porque se enmarcan en contextos y bajo propósitos de enseñanza igual de válidos.

Antes de iniciar la descripción de las propuestas, destacamos un aspecto interesante mencionado por Coelho y Amantes (2014), es el concepto “compromiso escolar” que tiene el potencial de permitir la comprensión de la relación que los estudiantes establecen con el ambiente y con las actividades propuestas en el aula, así como los efectos sobre el aprendizaje de los mismos. Los autores citan a Australia (2005), el cual señala que la motivación es un proceso psicológico que influye en el comportamiento y dirige las acciones de los estudiantes en situaciones de aprendizaje, o sea, la motivación nos ayuda a entender las razones o motivos del compromiso de los estudiantes en determinadas situaciones. Para el autor, el compromiso se refiere a la relación establecida entre individuo y actividad, estando directamente afectado por el contexto de enseñanza y por las relaciones establecidas entre los profesores y los estudiantes.



**Gráfico 2.** Herramientas pedagógicas y didácticas utilizadas en las investigaciones rastreadas

En este sentido, se han encontrado investigaciones que, desde su formulación metodológica, proponen diversas herramientas para abordar los conceptos relacionados con la electricidad y el magnetismo (ver gráfico 2). A continuación, se presentan algunos detalles sobre estas investigaciones.

En primer lugar, con un mayor número de unidades de análisis, se ubican las propuestas que incluyen herramientas tecnológicas. En la tabla 3, se presentan resultados específicos para esta temática y se inicia la discusión sobre el uso de simulaciones computacionales que abordan estrategias para la enseñanza de la física y, en particular, del electromagnetismo.

**Tabla 3.** Uso de herramientas tecnológicas

Autores	Herramienta
Cao y Brizuela 2016; Texeira <i>et al</i> , 2010; Jaakkola, Nurmi y Veermans 2011; Ekmekci y Gulacar, 2015; Gashe, Kriek y Fereja, 2013	Simulaciones computacionales
Rosales, Mercado, Monasterolo y Ribotta (2016)	Laboratorio Virtual Real Time Physics, RTP
Sadaghiani (2011)	Módulos multimedia Multimedia Learning modules (MLMs)
Guerchi y da Silva Rosa (2014);	Ambiente virtual de enseñanza Ambiente Virtual de Ensino (AVE),

Texeira *et al* (2010) utilizan el software *Modellus* para la enseñanza de los circuitos eléctricos, el cual según los autores tiene una interfaz intuitiva que facilita la interacción de los estudiantes con modelos computacionales en tiempo real, permitiéndoles la observación simultánea de múltiples experimentos conceptuales. Algunas de las conclusiones de este estudio afirman que los resultados cuantitativos mostraron que hubo una diferencia

significativa en el rendimiento de los alumnos del grupo experimental en comparación con los del grupo de control, lo que lleva a creer que la simulación computacional y las actividades de modelado pueden ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades de aprendizaje, para este caso específico, sobre circuitos eléctricos.

En esta misma línea, Jaakkola *et al* (2011), citando algunas investigaciones, hacen énfasis en que una simulación computacional interactiva que aborde circuitos eléctricos tiene alto potencial para ayudar a los estudiantes a superar sus errores conceptuales y aprender el modelo científico. En su trabajo, los autores señalan las siguientes tres razones principales por las cuales se justifica el beneficio de combinar simulaciones computacionales y actividades de laboratorio en clase:

- a) Combinar y vincular el uso de circuitos virtuales y reales puede salvar la brecha entre la teoría y la realidad (por ejemplo, Ronen y Eliahu, 2000).
- b) Dos representaciones diferentes pueden resaltar diferentes aspectos del contenido (Ainsworth, 2006).
- c) Hacer comparaciones entre dos representaciones complementarias puede mejorar la comprensión conceptual, ya que las comparaciones ayudan a los estudiantes a centrarse en los principios comunes compartidos por las representaciones (por ejemplo, Gentner *et al*, 2003).

Gashe, Kriek y Fereja (2013) entienden que las simulaciones se pueden utilizar para proporcionar ‘acontecimientos discrepantes’ en el aprendizaje conceptual, porque tienen la capacidad para suministrar a los alumnos un entorno de aprendizaje exploratorio (Zacharia y Anderson, 2003). También pueden motivar y comprometer activamente a los estudiantes hacia la construcción y reconstrucción del conocimiento conceptual en su aprendizaje de conceptos abstractos en el mundo físico microscópico (Jimoyiannis y Komis, 2001). Al respecto y tomando como referente la teoría constructivista del aprendizaje de la ciencia en la que el conocimiento no se transmite, sino que se construye mediante la interacción mental de los aprendices activos, con el mundo físico y social (Fosnot, 1993), se menciona que las simulaciones se pueden utilizar en un aula para incentivar dichas interacciones entre estudiante-estudiante y profesor-estudiante que son componentes importantes del aprendizaje desde una visión constructivista, además porque esto implica una ruptura de la relación unidireccional que históricamente ha permeado el acto formativo, específicamente desde la relación docente-estudiante.

Continuando con el uso de simulaciones, Ekmekci y Gulacar (2015) se plantearon como objetivo analizar si había una diferencia entre la eficacia de la computadora y las actividades prácticas para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los circuitos. Los resultados del estudio que realizaron mostraron que no había diferencias significativas en las

ganancias de aprendizaje entre los estudiantes que siguieron la enseñanza mediante actividades prácticas y los que utilizaron un entorno basado en computadora. Por lo tanto, el uso de actividades prácticas o simulaciones informáticas produjeron resultados similares en términos de ganancias de aprendizaje.

Por otro lado, Guerchi y da Silva Rosa (2014) utilizaron una secuencia didáctica para la enseñanza de conceptos fundamentales de la electricidad (intensidad de corriente eléctrica, resistencia eléctrica y asociaciones de resistores) a través de un ambiente virtual de enseñanza (AVE). Los autores plantean que una de las ventajas del uso de ambientes virtuales radica en que propician a los alumnos el uso de sus concepciones alternativas para explicar determinadas situaciones-problema que no aparecen cotidianamente.

Para concluir este apartado, señalamos otras tres investigaciones que utilizaron con éxito herramientas propias de las TIC. Inicialmente, Rosales *et al* (2016) realizaron un estudio comparativo de la enseñanza tradicional de la física y la que llevaron a cabo en el laboratorio a tiempo real. En este caso, se utiliza el concepto de Física en tiempo real (Real Time Physics, RTP) para desarrollar un laboratorio sobre Voltaje en circuitos de corriente continua simples y Ley de Ohm, en el cual se exploraron las diferencias entre los circuitos en serie y en paralelo. Lo interesante de este estudio, es la forma como se utiliza la RTP como herramienta para que los aprendices a través del estudio de la relación que existe entre la corriente a través de una resistencia y el voltaje presente, logren descifrar la ley de Ohm. Cabe anotar que RTP no fue la única estrategia utilizada, la enseñanza tradicional y la aplicación de test y tareas fueron necesarios para complementar las actividades.

Por otro lado, Sadaghiani (2011) presenta un reporte en el cual utilizó módulos de aprendizaje multimedia (multimedia learning modules, MLMs). Uno de los propósitos de esta investigación, se orientó hacia el potencial pedagógico y el contenido específico de los MLMs. Al respecto, se evaluó su efectividad y la percepción de algunos de los estudiantes participantes.

Un asunto interesante, radica en la mención que se realiza acerca de que el trabajo con MLMs no solo proporciona representaciones múltiples de los fenómenos físicos a través de gráficos, animaciones, películas, y la narración, sino que también crean una dinámica y visualización simultánea de estos conceptos y sus relaciones entre sí, lo que posibilitaría un mejor aprendizaje de la física y se reconoce la necesidad de realizar más investigaciones en este campo, para evaluar el efecto de este tipo de herramientas tecnológicas.

Adicionalmente, Cao y Brizuela (2016) respecto al uso de simulaciones para la enseñanza del campo eléctrico, utilizan en una de sus actividades, una simulación llamada “The electric field hockey activity” a través de la cual, los estudiantes pudieron familiarizarse con el entorno, variar los niveles de dificultad y finalizar de manera satisfactoria la lección

propuesta. Se analizan tres casos particulares y algunas de las conclusiones radican en el hecho de que los tres estudiantes, realizaron de manera espontánea diagramas de flechas que se asemejaban a las líneas de campo eléctrico y que, además, lograron incluir en sus esquemas, direcciones de fuerza, de velocidad y trayectorias. En definitiva, lograron articular sus explicaciones a sus diagramas de una forma satisfactoria.

En segundo lugar, se ubican las diferentes investigaciones que consideran la resolución de problemas como una herramienta para acercar a los estudiantes a los conceptos objeto de estudio. A continuación, se presentan algunas de las situaciones identificadas:

Barcellos y Krey (2014) utilizan la resolución de problemas para acercar a los estudiantes a la física de partículas y principalmente desde los conceptos de modelo atómico, partículas elementales, cuantización y procesos de electrización. En su trabajo, los autores a través de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa plantean como propósito principal, promover el aprendizaje significativo y la construcción del conocimiento con los estudiantes, ya que los contenidos involucrados son complejos, lo que hace de su inserción en el aula un desafío para el profesor ya que podría implicar cambios en sus prácticas de aula.

De igual manera, Coelho y Amantes (2014) manifiestan que, a través del uso de preguntas abiertas en situaciones físicas, se podría apreciar la evolución del entendimiento de los estudiantes sobre los conceptos de electricidad a lo largo de una unidad de enseñanza. Además, esta investigación, plantea un asunto interesante, en relación con la necesidad de interpretar qué aspectos de los comportamientos conductuales y cognitivos tienen efecto en la evolución de la comprensión de los estudiantes sobre conceptos físicos y si el ambiente de aprendizaje utilizado logró mantener el compromiso conductual y cognitivo durante la intervención didáctica.

En esta misma línea, pero en el ámbito de la educación superior, Almudí et al (2016) realizaron una investigación que involucró el concepto de inducción electromagnética apoyados también en la resolución de problemas. Uno de los resultados demuestra una reducción significativa en el grupo experimental en relación con el número de estudiantes que no respondieron las preguntas. Además, el número de respuestas que utilizan argumentos científicos aumentó considerablemente, en comparación con el número de respuestas basadas en el “razonamiento común”

Continuando con el tema del apoyo en los argumentos y la resolución de problemas, Safadi et al (2017) realizan un estudio utilizando textos de refutación (RT). Al respecto, los autores manifestaron que para los docentes que carecen de las habilidades para dirigir o guiar discusiones de clase argumentativas, las actividades con RT resultaron bastante efectivas incluso al compararlas con los problemas planteados en cuanto al avance conceptual de los

estudiantes. Según los autores, las actividades con RT en el marco del trabajo de conceptos electromagnéticos involucraron en los estudiantes procesos relacionados con la autocorrección, algo que no fue tan evidente si se compara con la resolución de los problemas propuestos. Es importante mencionar que en las actividades con RT desde este reporte, se propone presentar una declaración o idea errónea comúnmente aceptada, una indicación de refutación explícita de esa idea errónea y, por último, una declaración que describe la idea actualmente aceptada.

Por otro lado, Savelsbergh et al (2011), en la misma línea de resolución de problemas, plantean dos tareas de clasificación de problemas del dominio de la electricidad y el magnetismo, una con y otra sin soporte de elaboración. Los resultados confirman que estos estudiantes distinguen los tipos de problemas de acuerdo con los enfoques de solución requeridos y que su desempeño en la clasificación de problemas mejora con el apoyo de la elaboración. sobre el escaso o nulo análisis cualitativo de los enunciados de los problemas que llevan a cabo los estudiantes cuando se enfrentan al mismo. Generalmente, tienen en cuenta los datos aportados y a través de una fórmula proceden a realizar cálculos matemáticos casi de una forma mecánica, sin pensar detenidamente sobre lo que realmente se dice en el enunciado. Muchos instructores se esfuerzan por enseñar a sus estudiantes destrezas o técnicas para analizar el problema y diseñar un plan de solución, pero en general tales intervenciones resultan ser poco eficaces. La investigación de estos autores aporta recomendaciones apropiadas para enfrentarse a problemas sobre electricidad y magnetismo.

Por otro lado, Wallace y Chasteen (2010) encontraron que algunos estudiantes no usan información sobre el campo magnético para ayudarles a resolver la ley de Ampere. En esta investigación en particular, se muestra cómo estas observaciones y trabajo alrededor de la resolución de problemas pueden interpretarse como evidencia de que algunos estudiantes no consideran que la integral en la ley de Ampere representa una suma y que algunos estudiantes no usan información accesible sobre el campo magnético cuando intentan resolver los problemas referentes a ley de Ampere.

Por último, para el uso de los problemas, Dounas-Frazer et al (2016) establecen una relación entre la solución de problemas y el modelado. Respecto a este asunto, exploraron la superposición de dos resultados de aprendizaje reconocidos a nivel nacional para los cursos de laboratorio de física, a saber, la capacidad de modelar sistemas experimentales y la capacidad de solucionar problemas de un aparato que funciona mal. En este sentido, encontraron que el modelado y la solución de problemas son procesos recursivos no lineales que involucran el uso de modelos para informar las revisiones de un aparato. En esta investigación, se caracterizaron las tareas cognitivas y el razonamiento basado en modelos que los estudiantes emplearon durante las actividades.

En tercer lugar, se presentan otras investigaciones que involucraron herramientas relacionadas con el uso de analogías, comics y juegos, tareas, modelos y representaciones, experimentación e incluso uso de la historia de la ciencia. Así, en relación con el uso de los modelos y las representaciones, Preston (2016) realiza un trabajo relacionado con el uso de representaciones (Diagramas científicos). Si bien se involucraron a estudiantes que construyeron sus propias representaciones, los hallazgos proporcionan evidencia de la capacidad primaria de los estudiantes para pensar y razonar en torno a abstracciones diagramáticas. A propósito, este estudio, investigó el efecto de un diagrama de ciencia en la comprensión conceptual de los alumnos de primaria acerca de los imanes y como esto contribuyó a la imagen general de la competencia relacionada con la representación.

Por otro lado, Cheng y Brown, (2015) en este caso para una investigación en básica primaria mostraron cómo la construcción de modelos por parte de los estudiantes es un foco importante de la investigación y práctica actual en ciencias de la educación. En este sentido, realizaron experimentación con un pequeño número de estudiantes de quinto grado. Dos grupos pequeños recibieron un andamio completo, y otros dos recibieron un andamio parcial. Fue muy interesante notar como la mayoría de los estudiantes en los grupos con andamiaje desarrollaron, evaluaron y revisaron gradualmente sus explicaciones para darles coherencia y modelos explicativos sofisticados. Además, a través de un análisis detallado de la evolución del pensamiento de los estudiantes en grupos con apoyo total y parcial, se exploraron las formas en que el andamiaje explícito de los criterios de modelado científico parecía ayudar en la evolución de las ideas hacia modelos explicativos más sofisticados y coherentes.

En relación con el uso de la Historia de la Ciencia, en el trabajo de Hadzigeorgiou, Klassen y Froese (2012) se investigó el efecto de la historia de Tesla en la comprensión de los estudiantes del concepto de corriente alterna. Uno de los aspectos que más les llamó la atención, fue el hecho de que los maestros en el grupo experimental registraron que cada vez que un evento de la historia de Tesla era trabajado, se lograba capturar la atención de los estudiantes, mostraron emoción y entusiasmo en sus caras, junto con exclamaciones y comentarios breves que rompieron el silencio durante la narración. Un trabajo abordado en grado noveno que muestra la importancia de mostrar la ciencia como un asunto alejado de las verdades absolutas y que tiene una memoria histórica que posibilita el aprendizaje de conceptos científicos.

También, Leone (2014) presenta una investigación relacionada con la utilización de la Historia de la Física, como una herramienta para detectar las dificultades conceptuales sobre circuitos eléctricos experimentadas por los estudiantes de educación primaria. En su trabajo, relatan cómo administraron esquemas que muestran una situación inspirada en los primeros años del siglo XIX, en relación con experimentos sobre los efectos de la corriente eléctrica en la electrólisis del agua y sobre el comportamiento de brújulas magnéticas. Consideramos

como un asunto valioso de esta investigación, la indagación de las ideas alternativas sobre la corriente eléctrica, lo cual sirvió de insumo para que finalmente se identificara un modelo híbrido altamente significativo sobre la corriente eléctrica.

Además, el autor argumenta en los resultados de esta investigación, acerca de los beneficios del uso de materiales de Historia de las Ciencias (HoS) para fomentar la detección de ideas espontáneas de los niños. Bajo la perspectiva allí adoptada, el papel educativo de la historia de la ciencia reside más en su poder heurístico para ofrecer ideas sobre el pensamiento de los niños, que en su papel motivador para hacer que la ciencia sea más atractiva para los niños o en poder ayudar a los estudiantes a progresar en su aprendizaje sobre circuitos.

De Pro Bueno y Rodríguez (2010) desarrollan una investigación en la cual llama particularmente la atención el uso de comics, videos y la construcción de juegos, en ésta, se parte del análisis de la presencia de la electricidad en la vida cotidiana. Además, la necesidad de no quedarse en los contenidos conceptuales y valorar los conocimientos procedimentales y actitudinales. También, resulta retador el hecho de conocer también cómo aparecen estos conocimientos en los cómics que se leen, en la televisión que ven o en los juguetes con los que juegan.

A propósito de la actividad experimental, García Carmona (2010) combinan la herramienta, con la clase magistral, pero, quizás lo más significativo de este reporte sea que se plantearan como propósito integrar, en un mismo contexto explicativo, conceptos relativos a la materia y la electricidad. Esto podría indicar el interés para que los estudiantes generen explicaciones desde los ámbitos macro y microscópico. En esta misma línea, Osorio et al (2015) reconocen el papel de la experimentación en la enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo en la educación superior. En su estudio desarrollaron una secuencia didáctica con foco en la actividad experimental, concluyendo que la contextualización de las situaciones experimentales que se presentan al alumno son una buena forma para motivarles hacia el estudio propuesto, y posibilita el desarrollo de habilidades o competencias propias del trabajo científico.

Kontur de la Harpe y Terry (2015) relacionan la resolución de tareas con un mejor rendimiento en los exámenes. Según estos autores, la tarea es una parte clave de casi todos los cursos de física de nivel universitario, principalmente porque tanto los profesores de física como los estudiantes creen que es una herramienta eficaz para el aprendizaje de la física. Es decir, hacer más deberes conducirá a una mayor comprensión de los conceptos de la física y un mayor éxito en los exámenes.

Por último, el trabajo de BM de Almeida et al, (2014), recurre a las analogías como una forma de comprender algunos conceptos básicos sobre circuitos eléctricos en la escuela

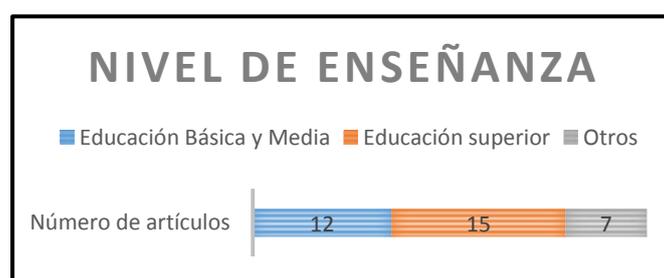
secundaria. Este trabajo introduce una analogía entre el comportamiento de los niños que juegan en el patio de una escuela con un lago central, sujeto a diferentes condiciones, reglas y estímulos y el modelo de los electrones libres (Drude, 1990). Usando esta analogía, los autores manifiestan que se puede promover la comprensión de conceptos tales como la corriente eléctrica, el papel de los generadores, los efectos de diferencia de potencial, la transferencia de energía, los circuitos abiertos y cerrados, las resistencias y sus combinaciones en serie y paralelo.

En relación con lo mencionado hasta este punto, es claro que existen diferentes herramientas pedagógicas y didácticas para abordar la enseñanza de la electricidad y el magnetismo y es evidente que en los últimos siete años se ha recurrido a utilizarlas y ensayarlas para acercar a los estudiantes a la comprensión de los conceptos científicos.

Para cerrar este apartado, parece claro decir que, sea cual sea el procedimiento o estrategia de enseñanza seleccionada, debe reunir características como las siguientes: protagonismo del estudiante, enseñanza contextualizada, atender a un problema identificado o a una situación auténtica, propiciar el aprendizaje significativo de los conceptos que se aborden, en otras.

### **2.1.3. Niveles de enseñanza de las investigaciones realizadas sobre el electromagnetismo.**

La revisión realizada aporta información respecto al nivel de enseñanza en el cual se ha centrado la investigación de conceptos relacionados con la electricidad y el magnetismo en los últimos siete años. Al observar el gráfico 3, podemos apreciar que es en la educación superior donde se han realizado el mayor número de aportaciones, después en la enseñanza de niveles de educación básica y media y, por último, algunos estudios en contextos relacionados con la formación para jóvenes y adultos que no culminaron su formación regular.



**Gráfico 3.** Niveles de enseñanza de las investigaciones

Resulta interesante el número de investigaciones que se centran en la formación superior (Teixeira *et al*, 2010; Dounas-Frazer *et al*, 2016; Kontur *et al*, 2015; Savelsbergh, 2011; Osorio *et al*, 2015; Sadaghiani, 2011; Pepper *et al*, 2012; Almudí *et al*, 2016; Guisasola *et al*, 2013; Oyuela *et al*, 2011; Dega *et al*, 2013; Nguyen y Rebello, 2011; Rosales *et al*,

2016; Wallace y Chasteen, 2010; Scaife y Heckler, 2011); aunque aportan elementos importantes para comprender el campo de investigación alrededor de la electricidad y el electromagnetismo, algunos tratamientos y diseños experimentales resultan bastante complejos, teniendo en cuenta que esta tesis se centra en la enseñanza en el nivel de educación media; sin embargo, son tenidos en cuenta para comprender la necesidad de formación previa en conceptos de esta rama de la física, necesarios para tener éxito en la comprensión de conceptos más complejos al ingresar a carreras universitarias que requieren de esta formación en particular.

En educación básica y media se destacan los trabajos de Jaakkola, Nurmi, y Veermans (2011); BM de Almeida et al, (2014); de Pro Bueno y Rodríguez, (2010); Leone (2014); Smith y van Kampen (2011); Cao y Brizuela (2016); Preston (2016); Barcellos y Krey (2014); García Carmona (2010); Hadzigeorgiou et al (2012); Adem y Ozcan (2015) y Cheng y Brown (2015), este conjunto de investigaciones aportan elementos de corte pedagógico, didáctico y epistemológico y se constituyen en referentes para la reflexión, durante la construcción y aplicación de los estudios aplicados en esta tesis.

Respecto a la formación docente, se rastrean cinco artículos (Melo-Niño *et al*, 2016; Melo *et al*, 2016; Reyes y Martínez, 2013; Reyes *et al*, 2017; Reyes, 2014). En la formación para jóvenes y adultos se encuentra la investigación de Guerchi y da Silva (2014).

Es claro que los problemas que se han rastreado en las investigaciones en educación superior no están desligados de lo que ocurre en la investigación en básica primaria y media. En este sentido, si hay dificultades de aprendizaje de conceptos a nivel universitario se hace inevitable atender esta problemática desde niveles educativos iniciales.

Resulta además evidente la necesidad de ampliar el espectro investigativo en educación básica primaria y secundaria, atendiendo a las problemáticas rastreadas en educación superior, para así contribuir a la investigación en este campo.

## **2.2. La enseñanza de conceptos electromagnéticos desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC)**

De Pro Bueno y Moreno (2010) mencionan que en las propuestas de enseñanza debe condicionarse el contexto al que van dirigidas y es que, aunque cualquier aportación puede dar ideas, hay variables, como el currículum oficial, la formación del profesorado, la cultura escolar, ... y, sobre todo, las características del alumnado, que complican la transferencia intercontextual.

En este sentido, la enseñanza de conceptos científicos también debe enmarcarse en un referente teórico que permita clarificar los propósitos de enseñanza y que vayan de la mano con unos resultados esperados en términos de aprendizaje.

Por este motivo, esta investigación tiene como base teórica la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC, 2005), propuesta por Marco Antonio Moreira y que será abordada en mayor profundidad en los capítulos 3 y 4, debido a que para esta revisión no se encontraron registros suficientes que coincidieran con los criterios de búsqueda en esta categoría. Sin embargo, se presentan algunos referentes en relación con la aplicación de Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS) en tópicos relacionados con la Física.

Inicialmente, se presenta la investigación de Barcellos y Krey (2014) quienes proponen la inserción de asuntos relacionados con la física en particular, específicamente sobre el concepto de carga eléctrica, a través de la aplicación de una UEPS. En esta investigación fueron realizadas actividades iniciales que pretendían externalizar los conocimientos previos de los estudiantes sobre los contenidos definidos. Es por eso que consideramos valioso el aporte de este trabajo, ya que resalta la necesidad de partir de las ideas que los estudiantes traen al aula de clase.

Para este trabajo, se parte del análisis de esos conocimientos iniciales y se fundamentan en los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integradora, dos asuntos centrales de la Teoría del Aprendizaje Significativo.

En segundo lugar, Moreira (2011) implementa una secuencia didáctica fundamentada principalmente en la teoría del Aprendizaje Significativo, utilizando sus principios para validar su construcción. En este trabajo se utiliza la UEPS y se sugiere la diversificación de las estrategias de enseñanza, un asunto considerado en esta tesis de manera permanente y como un componente esencial para el diseño de proyectos.

Por otro lado, Guerchi y Da Silva Rosa (2014), ya presentados previamente, abordan una secuencia didáctica guiada por la Teoría del Aprendizaje Significativo. Este trabajo resulta interesante, debido a su enfoque de revisión de las ideas alternativas de los estudiantes sobre conceptos del campo eléctrico, como la intensidad de la corriente y la resistencia eléctrica entre otros. Esto reafirma la necesidad de su indagación para planear actividades que respondan a las necesidades formativas de los estudiantes.

Adicionalmente, el trabajo de López, Veit y Solano (2014) hace énfasis en la formación de profesores de física y utiliza como referentes el diagrama AVM y los aportes de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico. Uno de los resultados de esta investigación, se relacionó con la posibilidad que tuvieron los maestros en formación de explorar y construir modelos computacionales desde una actividad crítica y reflexiva; quienes, según los autores, adquirieron una mejor comprensión en relación con los modelos como elementos

fundamentales del conocimiento científico, concibiéndolos como construcciones humanas falibles y susceptibles de ser permanentemente mejoradas y modificadas.

### **2.3. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)**

La investigación educativa de los últimos veinte años ha demostrado que estudiantes sometidos a una instrucción tradicional (aquella basada en clases expositivas, resolución de problemas algorítmicos y laboratorios tipo receta) mantienen un aprendizaje casi nulo (Benegas, 2009). Según Regalado-Méndez et al (2014), “el método tradicional no estimula a los estudiantes a tener una participación activa en su aprendizaje, ni en el entendimiento de los conceptos fundamentales, ni en la aplicación de dichos conceptos para la resolución activa de problemas y mucho menos en el diseño de nuevos productos”. Por otro lado, el método tradicional de enseñanza no tiene en cuenta los conocimientos adquiridos con anterioridad (preconcepciones), los cuales influyen negativamente en el aprendizaje de temas cruciales (Ausubel et al., 1976).

Tomando lo anterior como una reflexión inicial y en contraposición a una enseñanza de corte tradicional, aparecen las denominadas metodologías activas de enseñanza, las cuales ubican al estudiante en el centro del proceso educativo, permitiéndole asumir un rol protagónico en su proceso de aprendizaje.

Una de las metodologías activas que se ha venido consolidando como una oportunidad para alcanzar lo planteado anteriormente es el Aprendizaje Basado en Proyectos, referente metodológico principal de esta investigación.

Al realizar el rastreo bibliográfico sobre el ABPy se han encontrado 15 registros que presentan elementos relacionados con sus principales características en términos de su concepción, estructuración y aplicación.

Se inicia este apartado haciendo un rastreo sobre la definición y denominación del ABPy y presentando las características específicas a nivel metodológico, posteriormente se mencionan algunos antecedentes, después se señalan algunas relaciones y diferencias entre esta metodología y la denominada Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y finalmente se muestran algunos asuntos acerca de la relación emergente entre ABPy y la enseñanza STEM, (siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

#### **2.3.1. Definiciones y características del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)**

Tomando como referencia las investigaciones revisadas, se pueden apreciar ciertas regularidades en la forma como se define el ABPy. Para notar estas similitudes, se agrupan en la tabla 4 las principales definiciones en el marco de un estudio sobre ABPy.

**Tabla 4.** Definiciones de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)

Estudio	Definición ABPy
<i>Proyectos de investigación a través de la creación de audiovisuales: propuesta de actuación con alumnos del Programa de Diversificación Curricular</i> (Manso y Ezquerro, 2014).	La enseñanza por proyectos consiste en el desarrollo de investigaciones escolares sobre los temas que interesan a los alumnos como núcleo para engarzar los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con este marco de referencia, el profesor promueve que los estudiantes busquen soluciones a problemas no triviales. En particular, es necesario hacer un planteamiento operativo de la cuestión a tratar y refinar las preguntas que desarrollan su estudio, debatir las ideas, hacer predicciones, diseñar planes o experimentos, analizar los datos, dibujar las conclusiones y comunicar los hallazgos a otros (Blumenfeld y otros, 1991).
<i>Enseñanza de la Electroestática por medio de la construcción de Prototipos de bajo costo y el Aprendizaje Basado en Proyectos</i> (Collazos, Otero, Isaza y Mora, 2016).	La metodología se centra en aspectos que conducen a los estudiantes a encontrar los conceptos fundamentales y principios de un tema práctico. Los estudiantes forman su propia investigación de una pregunta orientadora, lo que les permite desarrollar habilidades valiosas como el trabajo en equipo. Los estudiantes participan en el diseño, la resolución de problemas y toma de decisiones.
<i>Aprendizaje significativo por investigación: propuesta alternativa</i> (Erazo, Narváez, Lagos, Escobar y Erazo, 2014)	El aprendizaje basado en proyectos (PBL: Project based learning) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que se produce como resultado del esfuerzo que hacen los alumnos para desarrollar un proyecto.
<i>Greek Students Research the Effects of Fire on the Soil System through Project-based Learning</i> (Kioupi y Atianoutsou, 2016)	PBL se considera un "método paraguas" porque abarca numerosas estrategias pedagógicas que apuntan a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, moldear actitudes y cultivar valores (Trikaliti, 2004).
<i>A project-based course on Newton's laws for talented junior high-school students</i> (Langbeheim, 2015)	El aprendizaje basado en proyectos es un marco centrado en la investigación que se basa en dos características centrales: involucra a los estudiantes en la exploración de una pregunta de conducción que organiza y guía la actividad de investigación, e implica la construcción de artefactos que pertenecen a la pregunta de conducción (Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial and Palincsar, 1991)
<i>Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos"</i> (Rodríguez, Vargas y Luna, 2010).	Se define como una estrategia, en la cual los estudiantes definen el propósito de la creación de un producto final, identifican su mercado, investigan la temática, crean un plan para la gestión del proyecto y diseñan y elaboran un producto.
<i>El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos</i> (Domínguez, Matos, Castro, Molina y Gómez, 2011)	Técnica didáctica que fomenta la autonomía en el aprendizaje colaborativo y genera habilidades para resolver problemas en contexto, (Moursund, 2007).

La mayoría de las definiciones ubican el ABPy en un perfil metodológico, sería entonces una estrategia que ubica al estudiante en el centro del proceso formativo, que fomenta la autonomía y con un gran énfasis en la investigación. Se resalta la importancia de trabajar en un contexto y a partir de una problemática auténtica y que posibilite el diseño y elaboración de un producto, todo lo anterior, a partir de una pregunta orientadora o una situación problema.

Es importante mencionar que existen otras estrategias de aprendizaje semejantes que son catalogadas, por error, como enseñanza por proyectos. Dentro de este bloque se puede incluir la caza del tesoro o las habituales prácticas dirigidas de laboratorio. En estas actividades, el estudiante no desarrolla competencias relacionadas con la autonomía y el aprendizaje (Manso y Ezquerro, 2014).

Debido a que no existe una forma única de abordar el ABPy, se consideran para la presentación de los reportes encontrados en la literatura, algunas categorías en relación con el origen del ABPy, el rol del maestro y el estudiante, la evaluación, el trabajo en equipo y posibles rutas de aplicación.

Collazos, Otero, Isaza y Mora (2016) indican que el ABPy tiene su origen en la aproximación constructivista que evolucionó a partir de los trabajos de psicólogos de educadores como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey (Hernández, 2004).

En este contexto, Rodríguez, Vargas y Luna (2010) citan que, en la educación basada en proyectos, los docentes necesitan crear espacios para el aprendizaje, dar acceso a la información, modelar y guiar a los estudiantes para que manejen de manera apropiada sus tareas, animarlos a utilizar procesos de aprendizaje metacognitivos, respetar los esfuerzos grupales e individuales, verificar el progreso, diagnosticar problemas, dar retroalimentación y evaluar los resultados generales.

Adicionalmente, los docentes necesitan crear un ambiente conductivo, con el fin de fomentar la indagación constructiva y asegurar que el trabajo se realice de una forma eficiente y ordenada (Blumenfeld *et al*, 1991). A la vez, el docente debe actuar como orientador del aprendizaje y de los procesos, y dejar que los estudiantes adquieran autonomía y responsabilidad en su aprendizaje (Johari y Bradshaw, 2008).

Por otro lado, los estudiantes tienen la oportunidad de asumir más responsabilidad e independencia de aprendizaje de una manera personalmente significativa (Ching y Hsu, 2013)

Respecto a la evaluación, algunas investigaciones como la presentada por Collazos *et al* (2016) utilizan como estrategia dos tipos de evaluación, una denominada ‘evaluación por proyectos’ [(Eva-1), (Eva-2) y (Eva-3)] y, la otra, ‘prueba conceptual de selección múltiple’ [(Si) y (Sf)]. En estas, la evaluación por proyectos es grupal mientras que la prueba conceptual de selección múltiple es individual.

En este mismo sentido, Kioupi y Atianoutsou (2016) mencionan que para evaluar el programa utilizaron, en primer lugar un cuestionario inicial (iq) para revelar las ideas preconcebidas de los estudiantes, los conocimientos adquiridos previamente y las expectativas con respecto al programa para desarrollarlo en consecuencia; en segundo lugar, la observación de los grupos de estudiantes durante las actividades y la evaluación de sus hojas de trabajo y otros materiales; y en un tercer lugar, un cuestionario final (fq) para evaluar el logro de los objetivos educativos y los resultados del trabajo en equipo de los estudiantes. En ambos cuestionarios se utilizaron preguntas de escala de Likert de cinco posibilidades, con puntos de anclaje que van desde "fuertemente en desacuerdo" hasta "muy de acuerdo" y desde "nunca" hasta "muy a menudo", así como preguntas abiertas y cerradas.

Además, la retroalimentación de los compañeros tiene el potencial de facilitar los procesos de aprendizaje de diferentes maneras. Revisar los borradores de proyectos de los compañeros puede ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre su propio trabajo y mejorar el desempeño de sus propios proyectos (Ching y Hsu, 2013).

El trabajo en equipo utilizando el ABPy implica dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística para enfocarla hacia metodologías de trabajo donde las actividades se planteen como retos y no como asignaciones descontextualizadas de los objetivos de la asignatura. Todo ello, a partir de un enfoque interdisciplinario e incentivando el trabajo cooperativo de los estudiantes. (Ausín et al, 2016)

Una posible ruta de aplicación del ABPy ubica al docente como planificador de las acciones. Por ejemplo, Erazo et al (2014) señalan que, en el aprendizaje basado en proyectos el docente plantea una serie de actividades o ‘pliego de condiciones’, secuenciadas en los siguientes pasos (citando a Ferreira, 2009):

1. *Identificación de una problemática.* En este paso el docente propone un tema de interés del estudiante en el que se determine una problemática que pueda ser utilizada para el desarrollo de habilidades científicas y competencias.
2. *Planificación y organización.* En esta etapa o fase se trabaja en forma participativa con el estudiante definiendo objetivos, justificación, actividades, recursos, cronograma y responsables.
3. *Ejecución.* Se realizan las actividades planificadas con el apoyo del docente.

4. *Evaluación*. Finalmente se valorarán los logros y dificultades surgidas en cada fase del proyecto, evaluando la pertinencia de las actividades, recursos, apoyos y la participación del estudiante.

Otros autores, como Cheung y Chow (2011) mencionan que, la investigación basada en proyectos incluye cinco fases: (1) investigación de antecedentes y preparación previa a la encuesta, (2) observación guiada, (3) encuesta de mercados y recolección de datos, (4) evaluación y (5) extensión de seguimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología basada en proyectos, tal y como lo mencionan Martí *et al* (2010) no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica, siendo una de sus características principales que esté orientado a la acción. En este sentido, el ABPy permite resolver problemas en contexto y centrar la atención en el estudiante.

Con base en lo anterior, la reflexión debe centrarse en la estrategia didáctica que los docentes utilizan para favorecer el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en un contexto específico y en la necesidad de analizar la práctica docente en las aulas de clase; es en este sentido, donde el ABPy permite generar una serie de condiciones que son favorables para el trabajo en grupo y que otorgan al estudiante la tarea de abordar los conceptos desde múltiples perspectivas. Imaz (2014) resalta las siguientes características del ABPy que son foco de discusión en diversas investigaciones en educación:

1. Presentar situaciones en las que el alumno pueda aprender a resolver problemas no resueltos utilizando conocimientos relevantes.
2. Posibilitar que el trabajo se pueda centrar en explorar y trabajar un problema práctico con una solución desconocida.
3. Demandar la aplicación de conocimientos interdisciplinarios. En el desarrollo de un buen proyecto, el alumno debe poder apreciar la relación existente entre diferentes disciplinas.
4. Permitir la búsqueda de soluciones abiertas. Así los estudiantes pueden ajustar el proyecto a sus propios intereses y habilidades.

Para resumir lo anterior, Collazos et al (2016) plantean que los aspectos más relevantes de la metodología basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos, citando a Benítez y García (2012), son:

- i) Los proyectos deben estar centrados en el estudiante.
- ii) Deben estar bien estructurados, con un inicio, un desarrollo y un final.

iii) El contenido debe ser significativo para los estudiantes, directamente observable en su entorno.

iv) Abordan problemas definidos.

Los beneficios de los ABPy son:

i) Prepara a los estudiantes para la vida profesional y laboral.

ii) Incrementa la motivación en estudiantes y profesores.

iii) Establece una conexión entre el aprendizaje en la universidad y la realidad.

iv) Aumenta las habilidades sociales y de comunicación.

Y, la estructura como debe presentarse el trabajo ABPy a los alumnos, es:

i) *Problema*. Se debe describir el tema o problema que el proyecto busca atender o resolver.

ii) *Descripción y propósito del proyecto*. Dar una explicación concisa de los objetivos del proyecto y la manera como atiende la situación o el problema.

iii) *Especificaciones de desempeño*. Lista de criterios o estándares de calidad que el proyecto debe cumplir.

iv) *Reglas*. Guías o instrucciones para desarrollar el proyecto. Incluye tiempo presupuestado y metas a corto plazo, listado de los participantes en el proyecto con los roles que se les asignan.

v) *Evaluación*. Cómo se va a valorar el desempeño de los estudiantes. En el aprendizaje por proyectos se evalúa tanto el proceso de aprendizaje como el producto final. Es habitual en este tipo de proyectos incluir criterios de evaluación definidos de antemano por medio de una Rúbrica.

Esta estructura no se cumple para todas las investigaciones revisadas en ese estricto orden, pero algunos de los elementos enunciados son reiterativos en la aplicación de la estrategia en diferentes contextos.

### **2.3.2. Antecedentes a nivel local e internacional**

Esta metodología ha tenido gran acogida en diferentes áreas como la ingeniería, las matemáticas, la tecnología y, a nivel educativo, ha sido abordada desde procesos de enseñanza en el aula de educación básica y media, hasta la formación y capacitación docente.

Asimismo, esta estrategia se ha implementado en diferentes contextos internacionales. En el caso de España, concretamente en la Universidad de Burgos, se desarrolló un proyecto denominado “Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una Experiencia de

Innovación Docente desde las Aulas Universitarias” (Ausin et al, 2015). En este mismo país, se llevó a cabo una investigación denominada “Proyectos de investigación a través de la creación de audiovisuales, una propuesta de actuación con alumnos del Programa de Diversificación Curricular” (Manso y Ezquerro, 2014).

En Colombia, entre los años 2014 y 2016 se publican los resultados de un par de investigaciones tituladas, respectivamente “Enseñanza de la electrostática por medio de la construcción de Prototipos de bajo costo y el Aprendizaje Basado en Proyectos” (Collazos et al, 2016) y “Aprendizaje significativo por investigación: propuesta alternativa” (Eraso-Checa et al, 2014). Unos años atrás, en el 2011 en México, se llevó a cabo un trabajo sobre “Proyectos como Herramienta para fortalecer las habilidades cognitivas en los estudiantes” (Benítez y García, 2011).

De igual manera, en el año 2016 se publica en Grecia los resultados de un proyecto titulado ‘Greek students research the effects of fire on the soil system through Project-based Learning’ (Kioupi y Arianoutsou, 2016) y en China, en el año 2011, otro titulado ‘Project-based learning: a student investigation of the turtle trade in Guangzhou, People’s Republic of China’ (Cheung, S y Chow, A, 2011).

Lo anterior es una muestra de las investigaciones que han retomado la estrategia ABPy en diferentes contextos. Otros antecedentes de su aplicación se pueden apreciar en proyectos relacionados en las siguientes investigaciones:

1. López Torres, Esther (2015). Aprendizaje Basado en Proyectos para el desarrollo de las competencias profesionales del maestro: una propuesta de innovación docente desde la Didáctica de las Ciencias Sociales. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 29, pp. 25-41.
2. Remacha Irure, Ainhoa y Belletich, Olga (2015). El método de aprendizaje basado en proyectos (ABPy) en contextos educativos rurales y socialmente desfavorecidos de la educación infantil. *Perspectiva Educativa. Formación de Profesores*, 54 (1), pp. 90-109. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
3. Garmendia Mujika, Mikel; Garikano Osinaga, Xabier; Sierra Uria, Egoitz y Pérez Manso, A. (2013). Developing teamwork efficacy factors: an experience in a Project Based Learning Context. *International Journal of Engineering Education*, 29 (3) pp. 752-762

Como complemento a lo anterior, en la tabla 5 se presentan algunos proyectos, con el propósito de apreciar las posibilidades que ofrece la estrategia ABPy en términos de aplicación, número de estudiantes, edad promedio, tiempo de ejecución y producto solicitado.

Los ejemplos de proyectos indicados en la tabla 5 son una muestra del potencial formativo que tiene el ABPy, su uso en múltiples contextos, la variedad de los estudiantes que la han recibido, las posibilidades en cuanto al producto solicitado; todo ello muestra su aplicabilidad en diferentes escenarios y bajo condiciones variadas.

**Tabla 5.** Proyectos guiados por la estrategia ABPy

Proyecto	Nº estudiantes/ edad	Tiempo	Producto
The Blood Bank Project	50 17-18 años	15 semanas	Video animado
Wild About Cramlington	28 13-14 años	1 semana	Dibujos
Field guide to San Diego Bay	50 16-17 años	16 semanas	Cartillas – guía práctica
Un robot que juega a las damas	14 Universitario	2h Semana /Semestre	Informe técnico - Debate
#RadioEdUBU	52 18-39 años	Semestre	Radio Educativa - PodCast
Los Grandes Problemas Medioambientales de la Actualidad.	9 16-18 años	x	Video digital
Robot luchador	42 Universitario	5 meses	Elaboración y conexión de circuitos para el sistema de un Robot Luchador
Caracterización de las variables meteorológicas necesarias en la generación de energía fotovoltaica en la ciudad de Pasto	27 Universitario	2013-2014	Equipos de monitoreo
‘The effects of fire on the soil system’	24 1 5-16 años	2007-2008	Reporte escrito
the turtle trade in Guangzhou	20 undergraduate and graduate students	2008	Socialización y diseño de material didáctico

Por otro lado, desde el punto de vista institucional, también se han realizado apuestas concretas por este tipo de estrategia. Algunos de los ejemplos se recogen a continuación:

- 1. Buck Institute for Education (BIE).** Es tal vez una de las apuestas más importantes a nivel mundial para el abordaje de la estrategia ABPy. En este instituto, fundado en 1987, se tiene como prioridad ayudar a los maestros a preparar a los estudiantes para tener vidas exitosas. Para lograrlo, enseñan a los maestros a usar el Aprendizaje Basado en Proyectos en todos los niveles de Grado y materias. Es una organización sin ánimo de lucro, con una misión específica consistente en “crear, reunir y compartir prácticas y productos de instrucción de PBL (Project Based Learning) de alta calidad y proporcionar servicios altamente efectivos a maestros, escuelas y distritos”. El instituto

ofrece materiales (artículos, videos, rubricas) para el abordaje del ABPy. Este es uno de los referentes principales de este trabajo y se profundiza su aporte en capítulos posteriores.

2. **High Tech High (HTH).** En San Diego, Estados Unidos, el ABPy ha sido una de las principales estrategias de transformación curricular del instituto High Tech. Las materias, los horarios y las actividades han sido modificadas de tal manera que permitan a los estudiantes profundizar en el desarrollo de sus proyectos y han generado cambios significativos en las dinámicas institucionales, hasta tal punto que el modelo ha sido copiado por otros institutos.
3. **STEAMakers.** Es un programa que promueve el desarrollo de una comunidad educativa crítica y creativa al servicio de la transformación social en Colombia, por medio de procesos de transformación al interior de las instituciones educativas, enfocados en tres ejes centrales: el aprendizaje basado en proyectos, interdisciplinariedad de las áreas académicas y la conexión con el mundo real. El programa es liderado por Parque Explora, la Agencia para la Educación Superior Sapiencia- y apoyado por las Fundaciones Proantioquia y Amigos del Parque Explora.

El modelo propuesto propende por la aplicación del conocimiento en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y artes, buscando que los estudiantes muestren lo que pueden hacer con lo que saben. Su objetivo es contribuir a la mejora de la calidad de la educación, al fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación y al buen tránsito hacia la educación superior.

4. **Generación N.** Es un proyecto de la Corporación Ruta N operado por el Parque Explora, que pretende beneficiar a más de 1500 estudiantes de educación básica y media (grados 3° a 11°) en Colombia, quienes se formarán en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) por medio del trabajo directo con sus maestros.

Esta es una iniciativa que busca respaldar a los docentes e instituciones educativas que buscan nuevas formas de acercar la escuela al mundo fuera de ella, incorporando la estrategia pedagógica ABPy (Aprendizaje Basado en Proyectos) como una vía para facilitar la integración curricular.

En Generación N se impulsan las habilidades y competencias de los estudiantes, además de su potencial para emprender y agregar valor a la sociedad.

5. En el **Instituto Politécnico Nacional (IPN)** de México, se ha implementado un modelo educativo centrado en el aprendizaje del estudiante, con el cual se pretende educarlos para la vida, es decir, aprender a aprender que involucra el saber ser, hacer, coincidir y conocer. Este Modelo Educativo es un marco de referencia institucional que favorece la

formación general en todos los niveles y modalidades, particularmente en el Nivel Medio Superior. Este Modelo ha implementado el “proyecto de aula” (Materiales para la Reforma, IPN, 2004) como una alternativa para desarrollar una metodología de trabajo áulico, innovador, colaborativo e interdisciplinario, a través de la solución de un problema, definido en un proyecto, fomentando la enseñanza en el desarrollo de habilidades, actitudes y conocimientos en el alumno, así como el trabajo colaborativo, el fortalecimiento del liderazgo, autoestima, seguridad y convivencia social.

### **2.3.3. Diferencias entre el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)**

Es importante mencionar que el ABPy guarda una gran similitud con el Aprendizaje basado en problemas (ABP) y que en muchas ocasiones se puede presentar una combinación entre ambas estrategias, que también es un punto interesante de discusión. En este sentido, es importante aclarar las diferencias entre estos dos tipos de metodología, las cuales son mencionadas por Martí *et al* (2009):

1. En el Aprendizaje basado en Problemas la atención se dirige a la solución de un problema en particular.
2. El ABPy constituye una categoría de aprendizaje más amplia que el aprendizaje por problemas. El proyecto no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica.

En el aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes tienen mayor autonomía para dirigir la investigación, Además, en el ABP la pregunta de investigación y su contexto específico se les proporciona. (Slough y Milam, 2013).

La aproximación al aprendizaje que incluye el trabajo para dar solución a un problema se denomina frecuentemente “aprendizaje basado en problemas” (ABP) (Mettas y Constantinou, 2007), en el cual se propone a los estudiantes un problema para ser solucionado y aprender más acerca de él, por medio de un trabajo grupal o un estudio independiente (Maudsley, 1999; Restrepo-Gómez, 2005). Con esta estrategia, el aprendizaje es propositivo y autónomo, ya que el estudiante aprende a medida que investiga las soluciones a los problemas que se han formulado. Algunos aspectos del ABP se fundamentan en problemas intencionalmente mal estructurados (ill-structured), situaciones auténticas y oportunidades para desarrollar autonomía y responsabilidad (Araz y Sungur, 2007, citado en Rodríguez, Vargas y Luna, 2010).

Se puede concluir que, si bien existen diferencias, son más los elementos que tienen en común que los que los separan, y es interesante y se constituye en un reto para el docente

encontrar rutas de diálogo entre ambas estrategias para proponer mejores proyectos e involucrar a los estudiantes de manera significativa en ellos.

#### **2.4. Estrategias que promueven la argumentación oral y escrita en la enseñanza de las Ciencias, desde la perspectiva de Stephen Toulmin.**

La argumentación representa uno de los temas centrales de la educación científica y ha sido un tema objeto de investigación desde hace décadas. Autores a nivel nacional e internacional han diseñado investigaciones que apuntan al desarrollo de actividades de aplicación, al análisis del discurso y a la conceptualización, esto con el propósito de que los docentes logren potenciar en sus estudiantes habilidades de argumentación en relación con los problemas, eventos, situaciones o proyectos que se desencadenen en el quehacer educativo.

En este sentido, para esta revisión bibliográfica se continuó con los criterios establecidos inicialmente y se revisaron algunas investigaciones en relación con este tema. El énfasis de esta revisión está centrado en las estrategias que propicien la argumentación oral y escrita de los estudiantes y especialmente bajo el modelo propuesto por Stephen Toulmin. Para presentar la información se describen los asuntos más relevantes encontrados en cada uno de los artículos revisados.

En la investigación desarrollada por Böttcher y Meisert (2010), denominada ‘Argumentation in Science Education: A Model-based Framework’, se realiza un análisis de los antecedentes históricos en el campo de la argumentación con foco en la educación en ciencias y en diferentes modelos, que van desde la filosofía de las ciencias hasta la comparación entre la construcción de un modelo científico y los procesos de modelización mental.

Además, se mencionan algunos aspectos relacionados con la competencia argumentativa, la argumentación como evaluación de un modelo y la calidad de un proceso de argumentación.

Uno de los aspectos más relevantes, relacionado con los objetivos de este trabajo, tiene que ver con la aplicación del esquema analítico basado en modelos, en el cual se realiza una comparación de un proceso de argumentación tomando como referente el modelo propuesto por Toulmin. Se rescata el hecho de que se considera que el esquema de Toulmin se utiliza a menudo para evaluar datos relevantes en el contexto de la argumentación. La clasificación de los diferentes elementos de un argumento de acuerdo con este entendimiento puede generar problemas de selectividad. Es por esto que los autores que usan este esquema a menudo reducen el número de categorías que aplican (Erduran *et al.*, 2004) y se concentran esencialmente en la existencia de refutaciones (Kelly *et al.*, 1998).

Zohar y Nemet (2002) también han combinado datos, garantías y respaldo en una sola categoría con el fin de mejorar la procesabilidad. Desde la perspectiva aquí promovida, estos problemas ocurren esencialmente porque la comprensión de los argumentos como "componentes similares a las reclamaciones" (Sampson y Clark 2008, p.464) es un tanto simplificada.

Henao, Stipcich y Moreira (2010) en el marco del II Congreso Internacional de Didácticas, llevado a cabo en España, presentan un aporte titulado "Una perspectiva epistemológica moderada como nicho y condición de posibilidad para propiciar la enseñanza como argumentación", cuyos propósitos principales fueron:

1. Identificar las perspectivas epistemológicas como condiciones de posibilidad para proponer la enseñanza y el aprendizaje como argumentación.
2. Ejemplificar el valor potencial del Modelo Argumental de Toulmin — MAT — como estrategia didáctica útil para la autorregulación de la enseñanza y el aprendizaje de la Química.

Así mismo una de las cuestiones que quedan de este trabajo apuntan a la necesidad de incentivar la argumentación que, de un lado, hace posible la aceptación razonada, no dogmática, de una explicación científica y, de otro lado y más importante aún, posibilita una formación para el debate y la crítica; así como, para el consenso, el disenso, el reconocimiento a las diversidades, el cambio y el devenir.

Por otro lado, Chin y Osborne (2010), en su trabajo "Students' Questions and Discursive Interaction: Their Impact on Argumentation During Collaborative Group Discussions in Science", parten de tres preguntas:

- a. Cuando se trabaja en grupos pequeños, ¿qué correlación existe entre las preguntas que los estudiantes hacen y la calidad de los argumentos generados?:
- b. ¿Cómo co-construyen los estudiantes el conocimiento durante la argumentación en grupos pequeños y qué papeles desempeñan sus preguntas en ese proceso?
- c. ¿Cuáles son las diferencias en la interacción discursiva de los estudiantes entre los grupos más y menos exitosos cuando negocian la comprensión conceptual?

En este estudio, participaron cuatro clases de estudiantes de 12 a 14 años, reclutados en los dos países de origen de los autores. Dos clases, de 8 y 9 años, fueron de dos escuelas (E1 y E2) en Londres (Inglaterra), mientras que las otras dos clases, de 7 y 8 años, procedían de dos escuelas (S1 y S2) de Singapur.

Después de categorizar y analizar los argumentos orales y escritos de los estudiantes, se demuestra empíricamente la relación entre las preguntas de los estudiantes y sus argumentos. Resulta alentador observar que los estudiantes eran generalmente capaces de construir argumentos razonables planteando preguntas e interrogándose unos a otros acerca de sus ideas. Este hallazgo es prometedor y sugiere que una intervención más amplia (con instrucción directa y oportunidades para practicar) en una mayor diversidad de escuelas y estudiantes podría mejorar la calidad de la argumentación y los argumentos de los estudiantes.

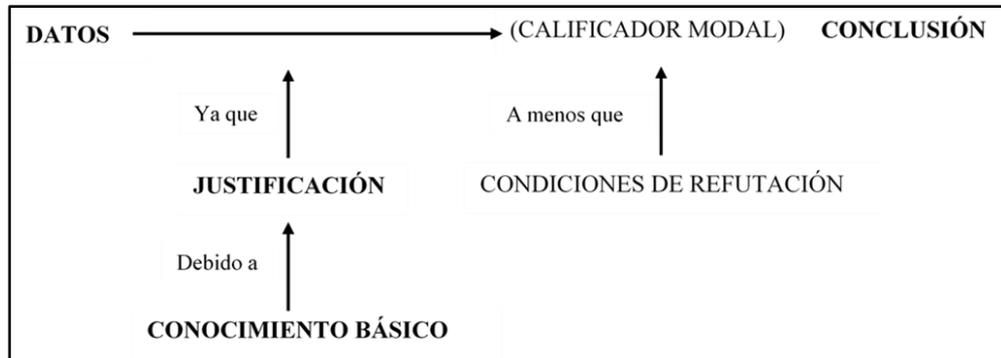
Por otro lado, Buitrago, Mejía y Hernández (2013) en su trabajo titulado “La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias” realizan un recorrido histórico sobre la argumentación y su papel en la enseñanza de las ciencias. Se resalta la argumentación como habilidad cognitivo-lingüística y su papel en la ciencia que se enseña en la escuela. Al respecto, se menciona que la argumentación juega un papel muy importante en el aprendizaje de los conceptos científicos, pues lleva, como lo indican Sardà y Sanmartí (2000) a observar que en la situación de la enseñanza/aprendizaje se:

1. Favorece su comprensión, ya que es necesario relacionar los contenidos científicos con problemáticas reales.
2. Estructura diferentes formas de razonamiento.
3. Mejora la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
4. Potencia y beneficia la capacidad de comunicación.
5. Estimula el pensamiento crítico y la capacidad de decisión.
6. Favorece el aprendizaje de los alumnos. El diálogo argumentativo es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos.

Desde esta perspectiva, incluir el proceso argumentativo en el trabajo de la clase de ciencias ha generado que los docentes, interesados por alcanzar mejoras significativas en el desarrollo de las habilidades argumentativas de los estudiantes, estén trabajando diferentes enfoques investigativos con el ánimo de propiciar la construcción de nuevos currículos en ciencias, cuyo principal objetivo sea integrar los procesos argumentativos en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, lo cual finalmente se reflejará en el proceso de construcción de los conocimientos científicos de los estudiantes. Algunos de estos enfoques se relacionan con investigaciones acerca de la presencia o no de la argumentación en los contextos de enseñanza, otras relacionadas con el fomento de la argumentación en el aula y, por último, aquellas que están orientadas a generar estrategias que permitan mejorar la calidad argumentativa de los estudiantes.

García-Mila, Gilabert, Erduran y Felton (2013) en su trabajo “The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse” plantean la importancia de la tarea argumentativa en el mejoramiento del discurso argumentativo, siendo Toulmin su referente principal. Según este estudio, en el discurso argumentativo hay dos clases de

actividad (disputa y deliberación) que dependen de la meta argumentativa de la tarea. En la disputa, el objetivo es defender una conclusión socavando alternativas, mientras que en deliberación el objetivo es llegar a una conclusión contrastando alternativas. Los autores examinan el impacto de estos objetivos de las tareas en la calidad del discurso argumentativo. Lo anterior se analizó a partir de un esquema basado en Toulmin (1958).



**Figura 1.** Toulmin's Argument Pattern, TAP

Ceberio, Almudí y Zubimdi (2014) reconocen que una parte muy significativa de la literatura sobre argumentación en enseñanza de las ciencias se ha fundamentado en el trabajo de Toulmin (1958). En el modelo de argumento de Toulmin (conocido como Toulmin's Argument Pattern, TAP) (figura 1), surgen interconectados, la conclusión, los datos que soportan la conclusión, la justificación que aporta el nexo entre los datos y la conclusión, los calificadores modales que expresan el grado de certeza del argumento y el conocimiento básico que respalda la justificación. Finalmente, las condiciones de refutación indicarían las circunstancias en las cuales las justificaciones perderían su validez. De acuerdo con Toulmin, la validez de un argumento debe estar sustentada, necesariamente, por la coherencia de su justificación.

Con base en este modelo, los autores presentan un conjunto de trabajos en los cuales este modelo permitió el análisis de la calidad de argumentos. En su investigación, solicitaron a estudiantes de primer semestre de ingeniería, que argumentaran justificadamente, de manera individual y por escrito, la vía de resolución que consideran más adecuada para resolver una determinada situación problemática. Este elemento, como punto de partida para el posterior análisis de los argumentos.

En esta investigación, se concluye que muchas de las deficiencias detectadas en la argumentación han sido fallos por omisión: los estudiantes no han aportado aspectos que los investigadores consideran que se deben incluir. Así mismo, los estudiantes también tienen dificultades en distinguir entre lo que son pruebas relevantes e irrelevantes cuando escriben un argumento.

Además, Ruiz, Márquez y Tamayo (2015) plantean que, en su investigación interesó conocer cuál o cuáles son las concepciones que tienen los docentes de la educación primaria sobre la argumentación en clases de ciencias y saber hacia qué perspectiva se orientan estas concepciones. La primera en relación con la propuesta de Toulmin (1969), quien asumió la argumentación como un acto de comunicación de datos, afirmaciones y justificaciones; aquí, más que los procesos de interacción social y la importancia de los contextos donde suceden los debates, interesa la estructura clara y precisa de los componentes de los argumentos. En la segunda, encontramos autores como Sanmartí (2003), Sutton (2003), Erduran *et al* (2004), Jiménez-Aleixandre y Díaz (2003), Larraín (2007) y Henao y Stipcich (2008) que ven la argumentación desde una perspectiva funcional, es decir, como proceso social y dialógico de presentación de evidencias, afectado indiscutiblemente por los modelos mentales de los sujetos que se implican en los debates, por el contexto en el cual estos suceden y por la finalidad que se persigue con la presentación y justificación de las evidencias.

A partir de los elementos anteriores y en relación con las concepciones, la investigación anterior concluye que la estructura de los argumentos construidos por los maestros, se orientan desde tres componentes, uno epistemológico, otro conceptual y un tercero didáctico. En relación con el aspecto estructural, el análisis de las respuestas escritas de los profesores desde el punto de vista de su estructura argumentativa permitió detectar un aumento en el uso de datos y apoyos en las conclusiones, aunque no un cambio significativo. Este resultado es el esperado, puesto que durante el proceso no se trabajó ni reflexionó de manera específica la manera de argumentar.

Pinochet (2015), en su trabajo “El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada” realiza una revisión crítica acerca de la investigación que ha empleado el modelo de Toulmin como marco teórico para estudiar la argumentación en las clases de ciencias. El autor, logra identificar algunas tendencias y discute sobre la relevancia educativa de la investigación sobre el tema, reflexionando acerca de diversas problemáticas que emergen en este campo.

Después de esta revisión, el autor concluye que la investigación basada en TAP posee una sólida fundamentación teórica, una orientación metodológica amplia y una relevancia educativa que, a la luz de los resultados, parece innegable. Además, la investigación en este campo ha experimentado un crecimiento significativo durante la última década, lo que da cuenta de la importancia que los especialistas le asignan al estudio.

Un aspecto muy importante mencionado en estas conclusiones es el hecho de que la investigación basada en TAP no sólo es relevante porque ha mostrado que la argumentación permite mejorar el aprendizaje de las ciencias. Desde una perspectiva amplia, también es relevante porque a través de la argumentación, los estudiantes se introducen en la cultura de la

ciencia, pues, como ya se ha mencionado, el conocimiento científico es construido, comunicado y evaluado mediante la argumentación.

Finalmente, Chen, Hand y Park (2016) en su investigación “Examining Elementary Students’ Development of Oral and Written Argumentation Practices Through Argument-Based Inquiry” plantean la necesidad de abordar la argumentación desde la escritura y la oralidad y mencionan que las actividades y los casos que se propongan a los estudiantes (rondas de discusión, escritos, debates) para abordar cuestiones científicas han de permitir que ellos defiendan, apoyen o rechacen argumentos, que mejoren su escritura y su discurso y que puedan tomar conciencia de la crítica que realizan sus pares.

## **2.5 La formación de maestros en el contexto Colombiano.**

En el ámbito colombiano, las investigaciones en el campo de la formación de maestros y, específicamente, para la enseñanza de las Ciencias Naturales, que se han revisado, se corresponden con la formación inicial de maestros, los procesos de práctica pedagógica, los programas de formación de maestros y el análisis histórico relacionado con su rol en la sociedad. A continuación, se presentan algunos referentes rastreados, primero desde asuntos generales, para luego referirnos específicamente a lo encontrado en el ámbito colombiano. Principalmente nos interesa establecer los aportes de estas investigaciones a las dinámicas de los estudios desarrollados en esta tesis.

Inicialmente, en el reporte de Mellado, V (1996) titulado *Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria en el contexto español*, se indica que:

*el profesor es un factor clave que determina el éxito o el fracaso de cualquier innovación curricular (Mitchener y Anderson, 1989) y, aunque la investigación en didáctica de las ciencias se ha centrado fundamentalmente en problemas relativos al alumno y al aprendizaje, a partir de la mitad de la década de los ochenta se detecta un aumento de las investigaciones que tienen como protagonistas a los profesores y profesoras de ciencias (Furió,1994).*

Este asunto es considerado relevante en este trabajo porque nos indica la necesidad de resaltar el rol del maestro y de pensar en el diseño del proyecto como una oportunidad para que el docente, en este caso, de Ciencias Naturales pueda secuenciar y analizar de manera rigurosa los conocimientos que quiere llevar al aula de clase y que el protagonismo no sea exclusivamente de los estudiantes, sino por el contrario se contribuya al fortalecimiento de una relación bidireccional.

En relación con lo anterior, el profesor no es un técnico que aplica instrucciones, sino un constructivista que, procesa información, toma decisiones, genera rutinas y conocimiento práctico, y posee creencias que influyen en su actividad profesional (Marcelo, 1987 y 1994). Es decir, es un mediador que transforma el contenido en representaciones comprensibles y las pone al servicio de sus alumnos.

En esta misma línea, Paixao y Cachapuz (1999) en el trabajo titulado *La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica*, mencionan que todos los profesores en formación consideran que han recibido una formación demasiado teórica y que han tenido pocas asignaturas del ámbito de ciencias. En concreto, atribuyen la inadecuación del curso a la falta de asignaturas de metodología. Nos interesa particularmente identificar si estas problemáticas se hacen evidente al aplicar particularmente el estudio III de esta tesis que tiene relación con la formación de maestros.

Por otro lado, Godoy, Segra y Di Mauro, 2014 plantean una investigación sobre formación de maestros en Ciencias Naturales en la cual utilizan la indagación escolar como referente principal. De este estudio en particular, rescatamos dos argumentos, el primero relacionado con la idea de que participar en contextos auténticos, con la guía de expertos, los futuros docentes aprenden normas, valores y las prácticas asociadas a esos contextos en una forma similar a la del aprendiz con su maestro y, el segundo, el hecho de que la propuesta estuvo enfocada específicamente en la construcción de conocimientos, actitudes y habilidades necesarias para: formular preguntas investigables, diseñar propuestas que incorporen la observación sistemática y la experimentación para responder a las preguntas investigables, construir explicaciones científicas haciendo uso de la evidencia, intercambiar ideas y comunicar los hallazgos (Furman y Podestá, 2009).

Las apuestas anteriores, son un referente para pensar en el marco del desarrollo de un proyecto, en la necesidad de trabajar, además de conocimientos conceptuales, el desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para construir conocimiento y generar estudiantes críticos y reflexivos.

Sanjurjo (2017), en el contexto argentino, considera necesario que, *tanto durante la formación inicial como durante el proceso de desarrollo profesional, se sistematice cuidadosamente la articulación entre formación teórica y análisis de la práctica, ya que la inmersión acrítica en la misma, sin apoyaturas sistemáticas de la teoría y sin una permanente reflexión acerca de las finalidades que la guían, puede resultar altamente reproductora*. Esta reflexión es sumamente importante y nos reta para ser rigurosos en el momento de recopilar

las experiencias de los estudiantes y recoger sus percepciones después del proceso de formación docente.

Después de mencionar los asuntos anteriores, y centrándonos en el contexto colombiano, encontramos en el trabajo de Acosta y Vergara (2014) titulado *Las prácticas pedagógicas de los docentes del área de ciencias naturales, como alternativa para mejorar la calidad de la educación en el municipio de Sincelejo*, destacamos algunos asuntos objeto de discusión:

- a. Los procesos de aprendizajes que se realizan en las instituciones educativas están enfocados hacia la transmisión de conocimientos y, en algunos casos, a la memorización de los mismos; también hacia la realización de estrategias en las que el activismo se convierte en el centro sin que medie una reflexión crítica de los objetos de conocimiento. En este sentido esta reflexión aporta en la medida en que se pretende romper desde el referente de la Teoría del Aprendizaje Significativo con esa idea de transmisión mecánica de conocimientos y no de caer en el error de convertir un trabajo por proyectos en un conjunto de actividades que no cumplen con los principios establecidos en dicha teoría.
- b. la práctica pedagógica es un eje transversal que atiende el modelo pedagógico, la pluralidad de conceptos y las formas de funcionamiento de los discursos en las instituciones educativas. Al respecto, consideramos necesario que las prácticas pedagógicas sean el resultado de una correcta y rigurosa articulación entre la teoría y la práctica, entre la rigurosidad y la coherencia y sobre todo que atienda a las particularidades de un contexto institucional.
- c. En el análisis preliminar se evidencia que los docentes no se apartan del modelo tradicional, utilizando como mediación el tablero y el marcador como medios para orientar sus clases; en su gran mayoría, algunos ya incorporan los TIC como mediación en la enseñanza. En este orden de ideas y desde la idea de la diversificación de las estrategias de enseñanza, pretendemos no caer en el error de utilizar las mismas herramientas para soportar el proceso de enseñanza.
- d. También se evidencia que docentes comparten mínimamente espacios de interacción con sus compañeros para retroalimentar los procesos académicos del área de ciencias naturales y educación ambiental. Este último asunto, es sumamente importante ya que, desde el abordaje de los proyectos, darles voz y voto a los estudiantes y realizar procesos de crítica y revisión son considerados como fundamentales durante la ejecución.

Por otro lado, Rivera (2016) manifiesta en su trabajo que Los programas de licenciatura desarrollan la práctica docente desde diversas perspectivas mediante la investigación y trabajos de grado y que la práctica docente no es concebida como una actividad ejercida en asignaturas especiales, sino como elemento transversal.

En general, se plantea la necesidad de formar un docente investigador que esté con capacidad de reflexionar sobre su práctica. Igualmente se destaca la necesidad de una amplia formación que incluya tanto el manejo de elementos tecnológicos y comunicativos como humanísticos. Además, pensamos que formar un docente con estas características requiere de un esfuerzo conjunto entre las facultades de educación, los centros de práctica y los docentes que orientas los cursos de práctica profesional.

En cuanto a las recomendaciones, desde este estudio se considera como fundamental que se fortalezcan las Facultades de Educación con programas que permitan formar niños y jóvenes de la educación básica y media con calidad y que redunde en una verdadera transformación escolar. En este sentido,

*se considera que la formación básica del licenciado debe ser de alta calidad, para evitar el fenómeno que ocurre actualmente con los concursos de nombramiento en el magisterio, ya que en altos porcentajes los docentes que llegan a la educación básica secundaria y media son profesionales de campos diferentes a la educación, por ser una prueba más disciplinar que pedagógica, lo cual genera un impacto formativo en estos niveles con otros enfoques de formación.*

Además de lo expuesto anteriormente, en el contexto colombiano, se han presentado algunos reportes de investigación que presentan una perspectiva histórica de la formación de maestros de ciencias en Colombia (Gallego et al, 2004; Ríos y Cerquera, 2013; Barrios, 2014) en los cuales se hace un recorrido por los diferentes escenarios políticos, sociales, culturales y económicos que han influido en la creación de programas de formación de maestros o en la concepción que se tiene respecto al rol de un profesor en la sociedad.

Gallego et al (2004) presenta un estudio en el cual se realizan entrevistas a diferentes actores en el campo de la formación de maestros, docentes, estudiantes, directivos respecto a fundamentos del orden pedagógico, didáctico y epistemológico en ocho programas de formación de maestros de ciencias naturales para los niveles de educación básica y media en el contexto Colombia.

Uno de los primeros resultados que llama la atención es que, en la mayoría de estos programas, las asignaturas de didáctica y pedagogía se abordan hacia la mitad del plan de estudios. Además, no se discrimina entre didáctica general y didácticas específicas. Lo cual según los autores hace pensar en la creencia de que primero es necesario abordar las ciencias antes de tratar cuestiones relacionadas, por ejemplo, con los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Otro asunto interesante, es el hecho de que los asuntos relacionados con la epistemología no fueron trabajados en la extensión, con la profundidad y rigurosidad que actualmente la formación docente requiere. Una consecuencia de este trabajo derivó en la idea de que, para estos programas en particular, se reafirma el predominio del paradigma de que basta conocer una ciencia para enseñarla, sea cual fuese la concepción de ciencia en la cual son formados y dentro de la cual se desempeñara en la Educación Básica y Media. Algo similar a lo presentado en los campos de la pedagogía y la didáctica.

Una de las conclusiones finales de este estudio afirma que, en general, ninguno de los programas plantea la formación inicial de profesores, en términos del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas con las cuales ingresan los estudiantes a dichos programas. No hay en ellos referencias a las concepciones alternativas. Tampoco hay discursos en torno a la evaluación. Igualmente, en lo relacionado con la historia interna de las teorías o modelos de las ciencias objeto de formación.

Por otro lado, Ríos y Cerquera (2013) en el trabajo titulado *Sobre la formación de maestros en Colombia: una mirada desde la relación entre conocimientos pedagógicos y disciplinares*, presentan una mirada histórica y crítica en relación con estos conocimientos. En este sentido, se presentan dos reflexiones, una desde la creación de las Facultades de Ciencias de la Educación (1933) y otra con algunas de las reformas curriculares a los programas de formación de maestros de finales del siglo XX en Colombia. Aunque no nos interesa de manera directa profundizar en el análisis de estos acontecimientos, sí consideramos necesario resaltar la lucha histórica por conformar y mejorar los profesos formativos de los docentes desde Colombia y este referente de creación de instituciones es valioso en cuanto alberga y entrega las condiciones necesarias para formar un maestro cercano a aquel que domina de manera efectiva las esferas pedagógicas y didácticas.

Por último, la investigación de Barrios (2014) *Una perspectiva histórica sobre la formación de maestros de ciencias naturales en Colombia*, realiza un recorrido histórico por diferentes épocas, mostrando los acontecimientos principales que dieron paso a generar una identidad en la profesión docente, la conformación de las facultades de educación, la lucha sindical y la apuesta por una llegar a configurar una educación de calidad. Se concluye con

este trabajo que el desarrollo de la investigación y la innovación en educación en ciencias ha sido amplia y con múltiples retos y asuntos por mejorar y potenciar; además, se ha producido nuevo conocimiento pedagógico que posibilita nuevas formas de enseñar y aprender las Ciencias Naturales.

## 2.6 Actualización de la revisión de la literatura, periodo de 2018

Se considera responsable y pertinente presentar una revisión de literatura correspondiente al año 2018 atendiendo a los criterios ya descritos y a partir de la revisión de cada una de las revistas señaladas al iniciar este capítulo. Lo anterior, debido a que, por situaciones de cronograma y escritura del informe final, no fue considerado en la búsqueda que inicialmente proyectamos a 2017. Aunque los resultados no influyen de manera directa en lo establecido en esta tesis, los nuevos hallazgos podrían ser considerados al realizar una revisión general de cada uno de los capítulos de este trabajo.

Para cumplir con el propósito anterior, se presenta de manera resumida en la tabla 6 los nuevos hallazgos en las categorías principales: Electromagnetismo, ABPy y Aprendizaje Significativo. Aclaremos que aquellas revistas que no proporcionan resultados no han sido incluidas en la tabla 6.

**Tabla 6.** Hallazgos revisión de literatura año 2018

Revista	Título	Autor/es	EM	TAS	ABPy
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	Exploring the Influence of Using Collaborative Tools on the Community of Inquiry in an Interdisciplinary Project-Based Learning Context	Hsu, Y-C y Shiue, Y-M	2	0	2
	Using Cogenerative Dialogues to Transform Contradictions in Project-Based Learning	Hsu, P-L y Liao, Y-Y			
	Effect of Different Instructional Methods on Students' Conceptual Change Regarding Electrical Resistance as Viewed from a Synthesized Theoretical Framework	Jiang, T; Wang, S; Wang, J y Ma, Y.			
	Students Conception of Voltage and Resistance Concepts after Conventional Instruction	Eshetu, F y Alemu, M.			
Physics Education	Resistance of a digital voltmeter: teaching creative thinking through an inquiry-based lab	Stojilovic, N e Isaacs, D.	4	0	0
	Use of thermal imaging for understanding simple electrical circuits	Pei-Wong, C y Subramaniam, R.			

	Teaching the basics of electricity using a flexible piezoelectric generator	Seveno R, Dufay, T Gibari M El, Guiffard, B W Li, H Morsli S, Pichon A and Tanguy E			
	Lead ions and Coulomb's Law at the LHC (CERN)	Cid-Vidal, X y Cid, R.			
Revista EUREKA	Revelando el signo de las cargas eléctricas usando un detector de polaridad entretenido	Vera, F.; Villanueva J y Ortíz. M	1	0	0
Revista Enseñanza de las ciencias	Concepciones de alumnado de secundaria sobre energía. Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos con globos aerostáticos.	Domènech-Casal, J	0	0	1

A manera de conclusión, en relación con este capítulo, se han presentado los elementos que se consideran necesarios para emprender este proceso de investigación. Se aclara, que no necesariamente todos los componentes de esta revisión han sido considerados para el diseño, aplicación o análisis de los resultados ya que, por las particularidades del trabajo por proyectos, esto va a depender de los rastreos específicos que se realicen en los contextos de aplicación, de los intereses de los participantes y de las limitaciones que pudieran presentarse en términos de tiempos o recursos.

Con esta nueva revisión seguimos creyendo que el campo de estudio del electromagnetismo es complejo y que, seguramente la selección de los conocimientos a abordar, estarán determinados por los currículos oficiales y las novedades encontradas en los lugares de aplicación de los proyectos.

Respecto al Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), tenemos la motivación para pensar que después de lo revisado se pueden plantear proyectos de alta calidad que consideren la solución de problemas propios del contexto y que genere reflexiones interesantes que sirvan de insumo para otras investigaciones.

Además, uno de los retos será proponer una estrategia de formación de maestros que reúna los elementos considerados en esta revisión; que forme docentes interesados en analizar esta estrategia pedagógica, que reflexionen, critiquen y mejoren la idea de proyecto presentada hasta ahora y que puedan llevar proyectos innovadores a las instituciones educativas de las cuales lleguen a hacer parte cuando ejerzan su profesión.

## 2.7 Síntesis de la revisión de la literatura

Con base en la revisión de literatura realizada, para esta tesis se han identificado en las investigaciones sobre los núcleos temáticos definidos, que recordamos son: ‘Tendencias actuales sobre la enseñanza de conceptos acerca de la electricidad y el magnetismo’, ‘la enseñanza de conceptos electromagnéticos desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)’, ‘características e implicaciones educativas del ABPy’, ‘referentes para propiciar la argumentación oral y escrita en clase de ciencia’ y ‘formación de maestros en el ámbito colombiano’, algunos elementos que fueron considerados para la construcción de los estudios llevados a cabo en esta tesis.

Primero, en relación con las tendencias actuales sobre la enseñanza de conceptos acerca de la electricidad y el magnetismo, resultó interesante apreciar la cantidad de trabajos que han aportado a la investigación en relación a los circuitos eléctricos y como aún sigue vigente el trabajo alrededor de este concepto, debido a la complejidad de los elementos teóricos asociados a su comprensión (voltaje, carga, potencia, energía eléctrica, entre otros) y la escasa relación con asuntos cotidianos que permitan a los estudiantes asociar lo abordado en los espacios formativos con lo que viven en un contexto específico o lo que leen o ven en los diferentes medios de comunicación.

Por otro lado, llama la atención el número de unidades de análisis (ocho en total) que utilizan herramientas tecnológicas para atender la enseñanza de la electricidad y el magnetismo, un elemento que fue considerado para el diseño de algunas de las actividades aplicadas en los estudios desarrollados.

Segundo, en relación con la enseñanza de conceptos electromagnéticos desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo, resultó fundamental para este trabajo, el estado del arte construido en las investigaciones ya descritas en relación con las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los circuitos eléctricos. Su importancia radica, en el uso del referente teórico utilizado (Teoría del Aprendizaje Significativo) el cual se fundamenta en la necesidad de conocer lo que el estudiante ya sabe para enseñar en consecuencia. Aunque se han aplicado en los diferentes estudios de esta tesis, instrumentos para indagar estas ideas, es importante conocer los hallazgos para el diseño de estos materiales indagatorios. En este sentido, investigaciones como la de Barcellos y Krey (2014) reafirman la necesidad de externalizar los conocimientos previos de los estudiantes sobre los contenidos definidos.

Por otro lado, al conocer diferentes escenarios formativos en relación con las maneras de enseñar los conceptos asociados al campo de la electricidad y el magnetismo, se pudieron retomar elementos teóricos y metodológicos para los estudios que se implementaron. Por ejemplo, la investigación de Hadzigeorgiou, Klassen y Froese (2012) la cual investigó el efecto de la historia de Tesla en la comprensión de los estudiantes del concepto de corriente alterna, fue un excelente insumo para acercar a los estudiantes a la comprensión del fenómeno de estudio.

Además, investigaciones como la de De Pro Bueno y Rodríguez (2010) quienes como ya se mencionó usaron comics, videos y la construcción de juegos, para reconocer la presencia de la electricidad en la vida cotidiana, fue un punto de partida para poner en escena el Aprendizaje Basado en Proyectos como una estrategia pedagógica para acercar a los estudiantes a la comprensión del fenómeno de estudio, de hecho, el estudio II de esta tesis, permitió a los estudiantes elaborar como producto final, aplicaciones para celular y videojuegos.

Tercero, en relación con el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), el reconocimiento de sus características y la identificación de los resultados obtenidos por otros autores, permitieron definir los elementos metodológicos a tener en cuenta para la construcción del capítulo VI y la aplicación de los estudios posteriores. Uno de los principales logros de esta revisión, fue el identificarse con la definición de ABPy propuesta por Domínguez et al (2011), quienes hacen alusión al ABPy como una estrategia pedagógica que busca la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes a partir de un problema real.

Además, establecer diferencias con otras estrategias metodológicas (Como el Aprendizaje Basado en Problemas) y definir una ruta inicial de trabajo para la aplicación del estudio I, permitió avanzar en la comprensión de las dinámicas propias del ABPy. También, reconocer el carácter histórico de esta estrategia, permitió comprender que no es algo nuevo y que por el contrario tiene una construcción en el tiempo que ha permitido entender que el problema ha sido su poco uso e incluso la aplicación de “falsos proyectos” escudados en la aplicación de actividades deliberadas en un lapso de tiempo específico.

También, es importante para esta tesis, comprender que el ABPy no depende únicamente de un producto final y que, por el contrario, es necesario establecer acciones derivadas de la evaluación formativa que permitan a los estudiantes alcanzar aprendizajes significativos. Aunque el rol docente en la mayoría de las investigaciones rastreadas lo ubican como un “guía”, entre líneas parece claro que no debe ser un sujeto pasivo o limitado a una observación con escasa participación.

Cuarto, respecto a los procesos de argumentación está claro que se toma como referente el modelo argumental propuesto por S. Toulmin. Aunque desde esta revisión se han retomado diferentes investigaciones; esta tesis pretende utilizar los elementos teóricos descritos para encontrar hallazgos relacionados con evidencias de aprendizaje significativo y principalmente para establecer relaciones con el principio del conocimiento como lenguaje definido en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico.

También, en la investigación de Chin y Osborne (2010) se encuentra un aporte valioso sobre la relación entre las preguntas de los estudiantes y sus argumentos. Tal y como ya se mencionó en esta revisión, resulta alentador observar que los estudiantes eran generalmente capaces de construir argumentos razonables planteando preguntas e interrogándose unos a otros acerca de sus ideas.

Quinto, en relación con la formación de maestros, el principal aporte de la revisión de la literatura fue la comprensión que se obtuvo respecto a los procesos de práctica pedagógica y el reconocimiento de los procesos históricos ligados a la formación de maestros, ambos asuntos en el contexto colombiano.

Finalmente, se presentan algunos asuntos que, a la luz de lo rastreado, se considera que han sido poco desarrollados y que en el marco de esta tesis se realizan algunas aportaciones, así:

- *La relación entre energías alternativas y la enseñanza de circuitos eléctricos, es decir la enseñanza desde contextos reales:* En el marco del desarrollo de un proyecto no se encontró de manera explícita el uso de energías alternativas para la comprensión de los circuitos eléctricos. Desde esta tesis, este elemento es fundamental para atender a una de las características del ABPy, la conexión con los contextos. En este sentido, el escenario de aplicación de los estudios I y II, contempló el trabajo con paneles solares, biomasa, piezoeléctricos, molinos de viento, entre otros.
- *La relación con lo ambiental y los asuntos actitudinales:* En relación con lo ambiental, en el punto anterior, se menciona el trabajo alrededor de las energías alternativas, sin embargo, durante el desarrollo de la tesis, se hace énfasis en la necesidad de mostrar evidencias del conocimiento actitudinal en los estudiantes, un asunto que parece relegado en las investigaciones rastreadas, las cuales suelen centrarse en el campo conceptual y procedimental. Retomando el contexto de aplicación de los estudios I y II, el hecho de contar con estudiantes que realizan actividades de profundización

académico-técnica en control ambiental, es una oportunidad para aportar desde el ámbito ambiental y actitudinal.

- *El ABPy y la electricidad:* resultan escasas las investigaciones que utilizan el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) para la enseñanza de contenidos en electricidad. Desde este trabajo, se pretende realizar una aportación respecto a la manera como el ABPy influye en el Aprendizaje de los estudiantes sobre esta temática en particular.
- *La relación entre la TASC con las características del BIE.* No se encontraron reportes de investigaciones que relacionen de manera directa los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005, 2010) con las características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el Buck Institute for Education (BIE, 2015). Lo anterior se constituye en una oportunidad para aportar en este asunto y formular una propuesta alrededor del Aprendizaje Basado en Proyectos desde una mirada Crítica (ABPyC)
- *La práctica pedagógica en ABPy:* No se encontraron reportes de investigación en líneas de práctica pedagógica apoyadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) para programas de Licenciatura en Ciencias Naturales en el contexto de aplicación de la investigación (Universidad de Antioquia), se realiza un proceso de formulación y puesta en marcha de una apuesta por formar maestros en el uso de esta estrategia pedagógica en el marco del desarrollo de un trabajo de grado para titularse como licenciados en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.
- *Un primer intento por relacionar el principio del conocimiento como lenguaje con la argumentación.* Aunque ya se mencionó la relación que se intenta establecer entre la TASC y las características propuestas por el BIE. En el rastreo bibliográfico no se encontraron reportes de las relaciones entre el principio del conocimiento como lenguaje con los procesos de argumentación científico escolar desde la postura de S. Toulmin. Al respecto, se generan algunas reflexiones para mostrar como la formulación de preguntas y los argumentos generados por los estudiantes pueden constituirse en evidencia de aprendizaje significativo crítico.

# CAPÍTULO 3

## MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los referentes teóricos en los cuales se fundamenta este trabajo investigativo. Inicialmente, se presenta la Teoría del Aprendizaje Significativo propuesta por David Ausubel (1963), las condiciones para que tenga lugar un aprendizaje significativo y algunas características y asuntos relevantes de interés para este trabajo en particular, y a continuación la versión crítica de esta teoría según Moreira (2005, 2010). En esta misma línea, se realizan algunas reflexiones sobre la relación de este referente teórico con los procesos de enseñanza y aprendizaje de los circuitos eléctricos. También, se señalan algunos de los aportes del Modelo Argumentativo propuesto por Toulmin y las relaciones que intentamos establecer con el aprendizaje significativo de conceptos.

Posteriormente, se describen algunas de las características del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), “los estándares de oro” para el trabajo por proyectos, propuestos por el Buck Institute for Education (BIE) y la importancia de esta estrategia metodológica en el marco de esta investigación. Por otro lado, se destacan algunos referentes sobre formación de maestros en el contexto colombiano, particularmente, desde los procesos de práctica pedagógica que sustentan una propuesta de trabajo con maestros apoyada en el ABPy.

Consideramos relevante anotar que el ABPy será ampliado en el Capítulo 4, en el cual construimos una propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos con componente de criticidad (ABPyC). Del mismo modo, los asuntos relacionados con la formación de maestros serán objeto de reflexión en profundidad en el estudio 3 de esta tesis.

### **3.1. Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) como referente teórico**

La teoría del Aprendizaje Significativo ha sido utilizada desde hace décadas como un referente teórico en el ámbito educativo y sus principios han sido un referente para sustentar la necesidad de indagar las concepciones alternativas de los estudiantes para así proponer

múltiples estrategias para enseñar conceptos científicos a los estudiantes que cumplan con las condiciones necesarias para que tenga lugar un aprendizaje significativo. A continuación, se presentan una serie de argumentos sobre la teoría original y que han sido objeto de investigación, iniciando por algunas consideraciones teóricas en relación con sus características y principios, hasta llegar a la propuesta de aprendizaje significativo crítico enunciada por Moreira (2005, 2010) y finalizando con la importancia de esta teoría en el marco de esta investigación.

Partiendo de lo anterior, pensamos que el aprendizaje de conceptos científicos, basado en una enseñanza de corte tradicional, pareciera favorecer la reproducción y/o repetición de contenidos, datos y representaciones, es decir, formar estudiantes que solo buscan reproducir y memorizar datos para dar respuesta a las evaluaciones tipo test propuestas en diferentes ambientes de aprendizaje. Estas prácticas parecen reiterativas, y en este orden de ideas, no se corresponde con lo expuesto en la Teoría del Aprendizaje Significativo (de aquí en adelante TAS) propuesta por David Ausubel en 1963 en su obra: *The Psychology of Meaningful Verbal Learning: An introduction to school learning*, la cual presenta al estudiante como un personaje activo, que debería estar con la capacidad de transformar y estructurar conceptos, lo que posibilitaría un aprendizaje significativo y no memorístico.

En este orden de ideas, ¿qué deberíamos entender por Aprendizaje Significativo? Al respecto, Salzano y Moreira (2017) en su texto ‘Aprendizaje significativo en la escuela’, mencionan que éste incluye la integración de sentimientos, pensamientos y acciones y requiere la adquisición de conocimientos con comprensión y elaboración en el uso de la propia capacidad de aplicación, transferencia y claridad sobre aquello que se está haciendo. Además, hacen alusión al aprendizaje significativo como un proceso que no se restringe al contenido y que compone la estructura cognitiva, concebida como organización y contenido total o particular de un área de conocimiento de un individuo.

Retomando la idea original de Ausubel, los autores anteriores mencionan que el Aprendizaje Significativo se refiere a la integración de nuevas informaciones en un complejo proceso a través del cual, ubicado en el tejido de los acontecimientos, en sus acciones, interacciones, retroacciones y determinaciones, el aprendiz adquiere conocimiento (Ibíd.). Con base en lo anterior, el resultado de este proceso, es decir, el alcance de significado es un fenómeno psicológico puramente idiosincrásico (Ausubel, 1968)

Ausubel en la TAS, destaca que los procesos de aprendizaje se presentan como un evento en el cual la nueva información (la cual es organizada y diferenciada), interactúa con aspectos relevantes (subsunoeres) de la estructura cognitiva del aprendiz (de una forma estable y diferenciada). Y resume gran parte de los presupuestos de su teoría, en la frase "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor

más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente" (Moreira, 2000, p. 9),

En esta misma línea, Salazar (2012), define el aprendizaje significativo como la asimilación de la información que llega al estudiante incorporándola a su estructura cognitiva. Además, menciona que en este tipo de aprendizaje se interacciona la información o conocimientos con aspectos relevantes de dicha estructura, haciendo que los conocimientos tomen mayor importancia y aplicabilidad. Esta sería una de las razones por las cuales, se hace necesario reconocer que las estrategias de enseñanza que se lleven al aula de clase deban ser planeadas de tal manera que permitan al estudiante lograr esta asimilación de forma relevante y con un significado no solo lógico, sino también psicológico, aspectos mencionados en esta teoría como condiciones para aprender.

Atendiendo a lo anterior, el profesor como intermediario entre el alumno y el material instruccional, en este caso con contenido científico, debería tener la tarea de diversificar las estrategias de enseñanza con materiales que sean potencialmente significativos, de tal manera que permitan el anclaje de la nueva información con las ideas previas presentes en la estructura cognitiva del alumno.

### **3.1.1. Condiciones para que ocurra el Aprendizaje Significativo**

La TAS menciona, además, que los significados están siempre en las personas, no en las cosas o en los materiales y es que es en definitiva el sujeto que aprende quién toma las decisiones y asume su proceso de una manera activa o pasiva; sin embargo, es importante aclarar que los materiales que se presenten sí pueden tener influencia en estas decisiones. Al respecto, Ausubel (1963) habla de “materiales significativos” ya que como el mismo indica, el aprendizaje significativo como un proceso presupone no solo que el aprendiz tenga una actitud para aprender, sino que el material a ser aprendido debe ser potencialmente significativo para él/ella (p.22)

A partir de la reflexión anterior, se considera necesario comprender la importancia que tienen la intencionalidad del aprendiz, es decir su disposición para aprender como un asunto de correspondencia, entre dicha intencionalidad y la potencialidad de los materiales utilizados. Es decir, “independientemente de cuan significativa sea la actitud de aprendizaje del aprendiz, ni el proceso ni el resultado del aprendizaje serán posiblemente significativos si la tarea de aprendizaje no tiene sentido para él/ella” (Ibíd.)

En esta misma línea, es necesario que la información que adquiera un estudiante, a través de diferentes estrategias de enseñanza, interactúe de manera no arbitraria y no literal con información ya existente en su estructura cognitiva. Para que esto se presente de manera efectiva deberá intermediar el docente entre los conceptos y el estudiante, los cuales deberán

ser potencialmente significativos para favorecer el correcto anclaje de los nuevos conceptos con los ya existentes.

Atendiendo a las ideas anteriores, las condiciones necesarias para que se dé un aprendizaje significativo son presentadas de manera explícita en Moreira (2000), así:

- a. *Que el material que va a ser aprendido sea relacionable (o incorporable) a la estructura cognitiva del aprendiz, de manera no arbitraria y no literal.* Un material con esa característica es potencialmente significativo, lo cual exige un tipo de enseñanza que reconozca como principios la diferenciación progresiva, donde los conceptos más generales se presentan al comienzo de la instrucción y se diferencian progresivamente en términos de detalle y especificidad; y la reconciliación integradora que consiste en explorar relaciones entre ideas y apuntar similitudes y diferencias para integrarlas en ideas más generales e inclusivas que puedan establecerse en la estructura cognitiva del alumno.
- b. *El material utilizado debe tener significado lógico y psicológico.* El significado lógico del nuevo material de aprendizaje -que está relacionado con la disciplina- se convierte en contenido psicológico o cognoscitivo nuevo cuando pasa a ser parte de la estructura cognitiva del alumno como resultado del proceso de aprendizaje significativo.
- c. *Que el aprendiz manifieste disposición para relacionar, de manera sustantiva y no arbitraria, el nuevo material, potencialmente significativo, con su estructura cognitiva.*

### **3.1.2. Tipos de Aprendizaje Significativo y su importancia**

Después de aclarar las condiciones necesarias para que se presente un aprendizaje significativo, se debería tener en cuenta el nivel de aprendizaje o los tipos de aprendizaje que se pueden presentar al abordar una estrategia formativa que indique la TAS como referente de aplicación y análisis. En términos de Ausubel serían tres: aprendizaje representacional, aprendizaje de conceptos y aprendizaje proposicional. Aunque en este estudio no se pretende clasificar el aprendizaje de los estudiantes según estos criterios, consideramos importante mencionar algunas de sus características, ya que podrían ser usadas en algún momento durante la fase de análisis para sustentar algunos de los aprendizajes que se espera obtener después de aplicar los estudios considerados en esta tesis.

Inicialmente, el aprendizaje representacional, se dice que es el más básico, es el aprendizaje del significado de símbolos individuales (típicamente palabras) o aprendizaje de lo que ellas representan. Para Ausubel (2002, p. 26), el aprendizaje representacional es el más parecido al aprendizaje memorista.

En cuanto al aprendizaje de conceptos, es un caso especial e importante de aprendizaje representacional, pues los conceptos también se representan por símbolos individuales. Sin embargo, en este caso son representaciones genéricas o categoriales. En este sentido, es preciso distinguir entre aprender lo que significa la palabra concepto, o sea, aprender qué concepto está representado por una palabra dada y aprender el significado del concepto.

Existen dos formas de aprender conceptos: la primera es la formación de conceptos que se da principalmente en los niños en etapa preescolar y se adquiere por medio de la experiencia directa; es decir, mediante etapas sucesivas de generación de hipótesis, comprobación y generalización. La otra forma de aprender conceptos es por asimilación, que es la forma predominante de aprendizaje de conceptos en la etapa escolar y en los adultos y se da precisamente a medida que el alumno enriquece su vocabulario; puesto que los atributos característicos de los nuevos conceptos se pueden definir mediante el uso, en nuevas combinaciones, de referentes ya existentes disponibles en la estructura cognitiva del alumno.

Por otro lado, el aprendizaje proposicional, se refiere a los significados de ideas expresadas por grupos de palabras (generalmente representando conceptos) combinadas en proposiciones o sentencias. En este tipo de aprendizaje, la tarea, que en este caso es una proposición potencialmente significativa, consta de una idea compuesta que se expresa verbalmente y que tiene tantos significados como conceptos forman parte de ella; pues tal proposición es precisamente una combinación de conceptos y significados a partir de los cuales es posible elaborar un discurso. Pero es preciso considerar que este tipo de aprendizaje va más allá de la simple asimilación de lo que representan las palabras, combinadas o aisladas, puesto que exige captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones. El aprendizaje proposicional implica la combinación y relación de varias palabras, cada una de las cuales constituye un referente unitario, luego estas se combinan de tal forma que la idea resultante es más que la simple suma de los significados de las palabras componentes individuales, produciendo un nuevo significado que es asimilado en la estructura cognitiva.

### **3.1.3. Diferenciación progresiva, reconciliación integradora y asimilación: conceptos clave de la TAS ¿Se olvida un concepto después de aprenderlo significativamente?**

En la teoría de Ausubel (1963), se pueden vislumbrar algunos conceptos clave para comprender la teoría, entre ellos, la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora y la asimilación. Estos asuntos, en conjunto, son tenidos en cuenta en el momento de diseñar los proyectos y pensar en una propuesta de ABPy con énfasis en la criticidad, ya que como veremos a continuación cada uno de estos elementos son esenciales para generar propuestas diseñadas a partir de los criterios de coherencia vertical y horizontal en términos de secuenciación de contenidos y creación de material potencialmente significativo.

Inicialmente, en relación con la diferenciación progresiva, se dice que está relacionada con la inclusividad y generalidad que poseen las ideas, conceptos y significados que se presentan a los estudiantes y que se constituyen en el cimiento a partir de los cuales se pueden ir diferenciando significados y generando jerarquías entre ellos para llegar a lo más específico.

En otro asunto, la reconciliación integradora, debería permitir encontrar similitudes y diferencias entre los conceptos y significados presentados a los estudiantes y con base en ellas establecer relaciones entre estos conceptos y significados en ideas más generales que puedan anclarse en la estructura cognitiva del estudiante.

Moreira (2011) menciona que la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora son dos procesos simultáneos de la dinámica de la estructura cognitiva. A través de esos procesos, el aprendiz va organizando, jerárquicamente, su estructura cognitiva en determinado campo de conocimiento. Jerárquicamente significa que algunos subsunsores son más generales, más inclusivos que otros, pero esa jerarquía no es permanente; a medida que ocurren procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora, la estructura cognitiva cambia (p. 42-43)

Respecto a la asimilación, Ausubel describe el proceso de “subsunción” por medio de lo que él llama “principio de asimilación” según el cual se presenta de la siguiente manera:

Nueva información, potencialmente significativa	Relacionada y asimilada por un	Concepto subsunsores existente en la estructura cognitiva	Producto interaccional (subsunsores modificado)
$a$	→	$A$	$A'a'$

Fuente: Moreira y Salzano (2016) *Aprendizagem Significativa a Teoría de David Ausubel* pág 25.

Ausubel sugiere que la asimilación o anclaje probablemente tenga un efecto facilitador en la retención. Para explicar cómo nuevas informaciones recientemente asimiladas permanecen disponibles durante el período de retención, admite que, durante un período de tiempo variable, permanecen disociables de sus ideas-ancla y, por tanto, reproducibles como entidades individuales (ibíd. Pág 26), así:

$$A'a' \longleftrightarrow A' + a'$$

La importancia del proceso de asimilación no está solamente en la adquisición o retención de significados, sino también en el hecho de que implica un mecanismo de olvido subyacente de esas ideas.

Se considera importante en este punto, mencionar el “olvido” en el marco de esta teoría, ya que solemos pensar que se aprende significativamente para toda la vida; ¿hasta qué punto es cierto esto? Al respecto, Salzano y Moreira (2017) dicen que el olvido de detalles es una continuidad natural del aprendizaje significativo. Además, cuando el aprendizaje es significativo, somos capaces de usar los nuevos conocimientos en el dominio de situaciones, incluso nuevas. Aunque ocurra naturalmente el olvido (asimilación obliterativa), la sensación de que “sabemos” esos conocimientos, y que podemos recuperarlos, es permanente.

### **3.1.4. Aprendizaje receptivo vs aprendizaje significativo**

Ausubel aclara en su teoría que el aprendizaje receptivo se refiere a situaciones en que el contenido de la tarea de aprendizaje (aquello que debe ser aprendido) es presentado al aprendiz en vez de ser descubierto independientemente (1963, p.1)

Lo anterior indica que para aprender con significado no necesariamente se debe descubrir, sino otorgar un significado a los contenidos que se pretenden aprender. Sin embargo, Ausubel (Ibíd., p.20) dice que el

*aprendizaje significativo receptivo incluye mucho más que simplemente catalogar informaciones en la estructura cognitiva existente. La emergencia de significados, a la medida que nuevos conceptos e ideas son incorporados a la estructura cognitiva, está lejos de ser un fenómeno pasivo.*

En definitiva, se espera que lo que el alumno aprenda no esté asociado a una acción meramente tradicional o a un proceso de descubrimiento, por el contrario, que los contenidos presentados, se puedan visibilizar a través de diferentes estrategias didácticas (la computadora, el e-learning, videojuegos, unidades didácticas, proyectos...)

Además, Ausubel (2002, p. 32) define el aprendizaje significativo basado en la recepción como un proceso intrínsecamente activo porque como mínimo requiere:

1. El tipo de análisis cognitivo necesario para determinar qué aspectos de la estructura cognitiva ya existente son más pertinentes al nuevo material potencialmente significativo.
2. Algún grado de conciliación con ideas ya existentes en la estructura cognitiva; es decir, percibir similitudes y diferencias y resolver contradicciones aparentes o reales, entre conceptos y proposiciones nuevos y ya establecidos.
3. La reformulación del material de aprendizaje en función del vocabulario y del fondo intelectual idiosincrásico de la persona concreta que aprende.

### 3.1.5. Aprendizaje Significativo desde una perspectiva crítica

Tal como señala Moreira (2005), el Aprendizaje Significativo Crítico permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Se trata de una perspectiva antropológica en relación a las actividades de su grupo social, que permite al individuo participar de tales actividades, pero, al mismo tiempo, reconocer cuándo la realidad se está alejando tanto que no puede ser captada por el grupo.

Esta propuesta surge como una posibilidad para comprender que el aprendizaje, además de ser significativo, puede estar enmarcado desde una visión crítica o subversiva. Para comprender esta relación, Moreira propone un conjunto de principios que podrían favorecer este tipo de aprendizaje (ver tabla 7).

Moreira (2005) propone 11 principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico, que podrían ser usados en los procesos de formación. Dichos principios han sido tomados como referente para justificar algunas de las actuaciones realizadas en el marco de esta tesis.

**Tabla 7.** Principios facilitadores del Aprendizaje Significativo Crítico (tomado de las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Significativo Crítico pp. (33-45)

Principio	Cuestiones teóricas generales
Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos.	Para ser crítico de algún conocimiento, de algún concepto, de algún enunciado, en primer lugar, el sujeto tiene que aprenderlo significativamente y, para eso, su conocimiento previo es, aisladamente, la variable más importante.
Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.	Una enseñanza basada en respuestas transmitidas primero del profesor para el alumno en las aulas y, después, del alumno para el profesor en las evaluaciones, no es crítica y tiende a generar aprendizaje no crítico, en general mecánico.
Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos.	No se trata, propiamente, de excluir el libro didáctico de la escuela, sino de considerarlo como uno más de entre otros varios materiales educativos.
Principio del aprendiz como perceptor/representador.	La cuestión es que el aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa: todo lo que el alumno recibe, lo percibe.
Principio del conocimiento como lenguaje.	Aprender de forma crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una nueva forma de percibir el mundo.

Principio de la conciencia semántica.	El significado está en las personas, no en las palabras.
Principio del aprendizaje por el error.	Buscar sistemáticamente el error es pensar críticamente, es aprender a aprender, es aprender críticamente rechazando certezas, encarando el error como algo natural y aprendiendo a través de su superación.
Principio del desaprendizaje.	Desaprender se está usando aquí con el significado de no usar el conocimiento previo (subsumidor) que impide que el sujeto capte los significados compartidos relativos al nuevo conocimiento.  Aprender a desaprender, es aprender a distinguir entre lo relevante y lo irrelevante en el conocimiento previo y liberarse de lo irrelevante, o sea, desaprenderlo.
Principio de incertidumbre del conocimiento.	El principio de la incertidumbre del conocimiento nos alerta sobre el hecho de que nuestra visión del mundo se construye a partir de las definiciones que creamos, de las preguntas que formulamos y de las metáforas que utilizamos. Naturalmente estos tres elementos están interrelacionados en el lenguaje humano.
Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.	El uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que impliquen la participación activa del estudiante y, de hecho, promuevan una enseñanza centrada en el alumno es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico.
Principio del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable.	Enseñanza centrada en el alumno, teniendo al profesor como mediador, es enseñanza en la que el alumno habla más y el profesor habla menos.

Algunos de estos principios han sido relacionados con las características esenciales para el diseño de proyectos propuesto por el Buck Institute for Education (BIE). Además, López (2014) realiza una clasificación de estos principios en tres categorías, principios epistemológicos, principios pedagógico-didácticos y principios conceptuales y/o disciplinares. Estos asuntos son objeto de ampliación y discusión en el Capítulo 4.

### **3.1.6. Reflexiones sobre la relación entre el aprendizaje significativo y la enseñanza de los circuitos eléctricos.**

En muchas escuelas de nivel de básica secundaria introducen al estudiante de ciencias en un entramado de conceptos complejos y con un alto nivel de abstracción, con escasa relación con los contextos y alejados de la realidad del estudiante. Por ejemplo, en física suele utilizarse una amplia red de términos de alto nivel formal (por ejemplo: desplazamiento, velocidad media, velocidad instantánea, aceleración instantánea, etc.), que paradójicamente

una vez propuestas, algunas de estas nociones son ignoradas sin la más mínima aplicación posterior, dejando al estudiante confundido y preguntándose ¿cuál es la utilidad de conocer tantas fórmulas en la práctica diaria? (Benítez y García 2013).

Dado que para la construcción de explicaciones sobre fenómenos electromagnéticos se hace necesario el dominio de un campo conceptual muy amplio, muchas de las investigaciones en enseñanza de las ciencias se han centrado en abordar conceptos específicos que sirvan posteriormente para la construcción de argumentos mucho más elaborados y han dejado al margen, por ejemplo, la relación que existe entre la composición de la materia y la electricidad, ya que para en la enseñanza básica secundaria se presentan como temas independientes y sin apenas conexión (García 2010).

En este sentido, para esta investigación, resulta conveniente presentar algunas reflexiones sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de los circuitos eléctricos en algunas de las investigaciones rastreadas, esto como una oportunidad para encontrar evidencias del uso de la Teoría del Aprendizaje Significativo, que pudieran ser utilizadas para el análisis de los hallazgos en los estudios que forman parte de esta tesis.

Como punto de partida y para ser coherentes con la TAS, es necesario hablar sobre las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los circuitos eléctricos. Al respecto, de Pro Bueno y Rodríguez (2010) hacen alusión a un conjunto de ideas que han sido reiterativas en las investigaciones sobre este concepto (ver tabla 8)

**Tabla 8.** Concepciones alternativas de los estudiantes sobre los circuitos eléctricos

No suelen tener problemas para identificar las máquinas y aparatos eléctricos de su entorno.	A los 10 años (y probablemente antes) conectan sin dificultad los elementos de un circuito.
Consideran los elementos de los circuitos (pilas, bombillas, resistencias...) como «cajas negras», no exentas de componentes mágicos y animistas.	Algunos tienen sensaciones «extrañas» (sienten calambres al tocar una pila de 1,5 voltios, describen observaciones que no se ajustan a lo que ven, pero sí a lo que esperan ver...).
Tienen problemas con las representaciones simbólicas de los circuitos.	Utilizan indistintamente términos como electricidad, voltaje, tensión, potencia...
Explican la iluminación de las bombillas por «algo que le llega», un fluido que sale de la pila y que, al ir atravesando los elementos, los pone en funcionamiento.	Como causa o consecuencia de lo anterior, utilizan modelos alternativos de corriente eléctrica: unipolar, concurrente, interruptor-fuente y atenuación.
Son capaces de razonar sobre el comportamiento de bombillas en circuitos sencillos sin usar el concepto de corriente eléctrica; sólo considerando el tipo de conexiones realizadas.	Los conceptos de intensidad y ddp les resultan complejos. También tienen dificultades en el manejo del voltímetro y el amperímetro, y al trabajar con los datos que provienen de ellos.

En esta misma línea, Leone (2014) retoma algunas ideas espontaneas de los niños en básica primaria sobre los circuitos eléctricos. En este sentido, menciona que según otros autores (Driver et al. 1994; Summers et al. 1998; Borges y Gilbert 1999; Galili et al. 2006), se han identificado cuatro modelos principales de circulación de la corriente en un circuito de batería y bombilla, estos son:

1. El modelo unipolar, donde el circuito eléctrico no está cerrado.
2. El modelo de corriente de choque, donde la corriente fluye desde ambos polos de la batería hacia la bombilla; y la luz a veces se explica en términos del "choque" de las dos corrientes.
3. El modelo de consumo, donde la intensidad de corriente disminuye después de pasar por la bombilla, creyendo que esta "consume" parte de la misma.
4. El modelo "científico" de corriente constante a lo largo de un circuito cerrado.

En la TAS está claro que para el desarrollo de una propuesta metodológica es necesario identificar las ideas previas de los estudiantes para poder elaborar material potencialmente significativo y así alcanzar los objetivos de aprendizaje que se propongan. A continuación, se presentan otros elementos que consideramos interesantes a la luz de la TAS y el trabajo con circuitos eléctricos.

Inicialmente, BM de Almeida, Salvador y RR Costa (2014) aunque no expresan de manera directa la relación de su trabajo con el aprendizaje significativo, expresan un par de situaciones que consideramos importantes; primero, cuando afirman que “la capacidad de explicar las respuestas elegidas es una característica del aprendizaje significativo” y, segundo, cuando dicen que “además, los estudiantes resolvieron varias situaciones problemáticas diseñadas para mejorar el aprendizaje significativo de los conceptos científicos”. Consideramos ambas situaciones importantes porque se relacionan directamente con elementos de la TAS, por ejemplo, la capacidad de explicar las respuestas, podría considerarse como una evidencia de aprendizaje ya que condicionan al estudiante a hacer uso de sus ideas previas y del material que tenga a su disposición para generar explicaciones, algo que estaría muy relacionado con la segunda situación, ya que la capacidad de resolver problemas es una habilidad que podría dotar de significatividad el aprendizaje.

Por otro lado, Correa de Lima y Kojy (2013) respecto al aprendizaje significativo de los circuitos eléctricos, utilizan la taxonomía de Ausubel-Klausmeier, como una oportunidad para identificar la construcción y el desarrollo de las ideas de los estudiantes relativas a conceptos asociados a la electricidad. Para el caso de los “circuitos eléctricos”, muestran como algunos alumnos logran generalizar el término ‘circuito eléctrico’, "como toda asociación cerrada de dispositivos conductores, conectados a una fuente de tensión”, caracterizando el nivel formal de desarrollo cognitivo. Por otro lado, varias palabras presentan

relaciones entre el circuito eléctrico y más de una etiqueta conceptual trabajada en esta investigación, lo que, de acuerdo con Ausubel, Novak y Hanesian, son indicadores de asimilación conceptual.

También, Ekmekci y Gulacar (2015) en su trabajo titulado “un estudio de caso para comparar la efectividad de una simulación por computadora y una actividad práctica sobre el aprendizaje de circuitos eléctricos” citan en la revisión de la literatura a Bransford et al (2000), quienes hacen alusión a que los principios de diseño subyacentes en ambos tipos de actividades de instrucción (refiriéndose a la simulación por computadora y la actividad práctica) y el papel de los estudiantes y maestros son algunos de los factores clave para experiencias de aprendizaje significativas en ciencias. En este sentido, se menciona que la tecnología es una de las herramientas más comunes y complementarias a los modelos educativos innovadores y también se ha convertido en uno de los componentes más importantes en muchos aspectos de nuestras vidas.

Finalmente, Guerchi y da Silva Rosa (2014) realizan un estudio que buscó investigar cuáles eran las colaboraciones que un Entorno Virtual de Enseñanza elaborado a partir de los principios de la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa, pueden ofrecer para enseñar circuitos eléctricos sencillos para alumnos de la Educación de Jóvenes y Adultos (EJA). A partir de los resultados obtenidos, los autores dicen que el entorno virtual, con la estructura propuesta en su trabajo, es un material potencialmente significativo, proporcionando indicios de aprendizaje significativo en la enseñanza circuitos eléctricos simples para alumnos de la EJA.

Desde el aprendizaje basado en proyectos (ABPy) como estrategia pedagógica principal de esta tesis, se pretende encontrar evidencias de aprendizaje significativo durante el proceso de aplicación. Además, consideramos necesario establecer relaciones no solo con la TAS, sino, además con la propuesta de criticidad expuesta por Moreira.

### **3.1.7. Aprendizaje significativo en el contexto de esta investigación.**

Continuando con lo expuesto en el apartado anterior, la Teoría del Aprendizaje Significativo en el marco del trabajo por proyectos juega un papel importante ya que está enmarcada en un enfoque constructivista y tiene como sustento, el supuesto de que los individuos construyen su propia noción de la realidad que viven y parte de la necesidad de iniciar el proceso de enseñanza partiendo de las ideas previas de los estudiantes. Así mismo, presupone que el estudiante aprende significativamente cuando es capaz de interactuar la información que adquiere del mundo exterior, de manera no arbitraria y no literal, con conocimientos ya existente en su estructura cognitiva (subsumidores); y es en este proceso, donde actúa el maestro como intermediario entre los estudiantes y los conceptos científicos, al

diseñar una serie de materiales y ponerlos en práctica en el aula de clase, los cuales deberán ser potencialmente significativos.

En el ámbito de este trabajo, se considera que el aprendizaje significativo juega un papel fundamental, debido a que permite diversificar las estrategias de enseñanza. Esta idea es reafirmada por Moreira (2010), quien sostiene que el uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos, que implican la participación activa del estudiante, es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico.

La TAS es particularmente importante para esta investigación porque aporta elementos esenciales para comprender la influencia del aprendizaje basado en proyectos (de aquí en adelante ABPy) en la predisposición de los estudiantes para la comprensión de conceptos relacionados con la electricidad y específicamente sobre circuitos eléctricos.

Además, investigaciones recientes como la realizada por Martínez et al (2017), sostienen que el método de enseñanza más extendido hace unos años era el puramente receptivo, luego derivó al aprendizaje por descubrimiento (ya fuera causal o dirigido) y en la actualidad está ampliamente aceptado que hay que implementar modelos didácticos para potenciar un aprendizaje significativo.

Además, la mencionada investigación plantea algunas preguntas como: ¿cuál será el método pedagógico de moda dentro de unos años?, ¿cuántos años durará esta moda de considerar el aprendizaje significativo como el mejor método didáctico? ¿Es nuestro cerebro fisiológicamente constructivista?, preguntas que se plantean con el objetivo de resaltar la necesidad del aprendizaje significativo en la enseñanza de las ciencias. Esto, porque se reconoce que el constructivismo y por ende el aprendizaje significativo no es una moda pedagógica más ya que fisiológicamente, nuestro cerebro está constituido de forma que funciona buscando el significado de la información que le llega y, por tanto, el aprendizaje significativo no es una opción didáctica, sino una exigencia fisiológica de nuestro cerebro.

Además de lo anterior, este trabajo pretende establecer relaciones coherentes entre la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS), la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y las características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el Buck Institute For Education (BIE).

La anterior reflexión es importante para mostrar como este trabajo apunta a la necesidad de sustentar teóricamente la estrategia Pedagógica ABPy desde los principios de la TASC y que este tipo de aprendizaje está relacionado con el modelo constructivista, en el cual el estudiante es el responsable de su propio proceso de aprendizaje al reconstruir saberes propios de la cultura e incluso poder llegar a procesos más avanzados como la creación de productos (prototipos, artículos, esquemas, entre otros.)

De manera breve, se presentan a continuación esos elementos que desde la TAS son considerados en esta investigación:

1. La indagación de ideas previas como soporte para el diseño de actividades, materiales y más específicamente de proyectos que propicien el aprendizaje de conceptos científicos.
2. La construcción de material potencialmente significativo que se incluyó en la planificación de proyectos, atendiendo a los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integradora.
3. El uso de esquemas de argumentación como herramienta que permite evidenciar aprendizajes significativos.
4. Valoración de la predisposición de los estudiantes para aprender significativamente tomando como punto de referencia el material potencialmente significativo en el marco de un proyecto.

Según Ausubel (1976), es importante comprender que el aprendizaje significativo no solo se debe a un proceso de descubrimiento por parte del estudiante, sino también al aprendizaje verbal significativo que permite el dominio de los contenidos curriculares.

Es por esto, que, para este trabajo en particular, la relación TAS/TASC y ABPy se hace necesaria y la relación maestro-estudiante, se constituye en un factor fundamental a la hora de pensar en que se obtengan aprendizajes significativos.

Para consolidar dicha relación en este tipo de procesos, el papel del docente es de orientador y diseñador del material instruccional a la luz de unos objetivos de enseñanza y aprendizajes esperados.

De acuerdo con Díaz y Hernández (1999), el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Teniendo en cuenta esto, el estudiante aprende un contenido cuando le atribuye un significado, construye una representación mental o elabora una teoría o modelo mental explicativo de un conocimiento específico.

Por otro lado, Moreira en el escrito “Aprendizaje significativo: un concepto subyacente” menciona que la adquisición de significados y la interacción social son inseparables en la perspectiva de Vygotsky, ya que los significados de los signos se construyen socialmente. Las palabras, por ejemplo, son signos lingüísticos; ciertos gestos también son signos; pero los significados de las palabras y de los gestos se acuerdan socialmente, de modo que la interacción social es indispensable para que un aprendiz adquiera tales significados. Incluso aunque los significados lleguen a la persona que aprende, por

ejemplo, a través de los libros o máquinas, aun así, es a través de la interacción social como él o ella podrá asegurarse de que los significados que captó son los significados socialmente compartidos en determinado contexto.

Lo anterior es particularmente importante para esta investigación ya que desde la estrategia pedagógica ABPy, la conformación de grupos, el protagonismo de los estudiantes en su proceso de aprendizaje y la conexión que se establece con los contextos de trabajo, podría posibilitar esa adquisición de significados.

En este sentido, para “internalizar” signos, el ser humano tiene que captar los significados ya compartidos socialmente y pasar a compartir significados ya aceptados en el contexto social en el que se encuentra. Y a través de la interacción social es como ocurre esto. Sólo a través de ésta es como la persona puede captar significados y confirmar que los que está captando son aquellos compartidos socialmente para los signos en cuestión

En este mismo texto, Moreira dice que el aprendizaje significativo, por definición, implica adquisición/construcción de significados. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico de los materiales de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el aprendiz, diría Ausubel (1963, p. 58). Se plantean entonces algunas preguntas, como ¿No sería esa transformación análoga a la “internalización” de instrumentos y signos de Vygotsky? ¿Los materiales de aprendizaje no serían, esencialmente, instrumentos y signos en el contexto de cierta materia de enseñanza? ¿La Física, por ejemplo, no sería un sistema de signos y no tendría sus instrumentos (procedimientos y equipos)? ¿Aprender Física de manera significativa no sería “internalizar” los significados aceptados (y construidos) para estos instrumentos y signos en el contexto de la Física?, a lo cual se responde con un contundente sí.

En conclusión, el autor menciona que la atribución de significados a las nuevas informaciones por interacción con significados claros, estables y diferenciados ya existentes en la estructura cognitiva, que caracteriza al aprendizaje significativo subordinado, o emergencia de nuevos significados por la unificación y reconciliación integradora de significados ya existentes, típica del aprendizaje supeordenado, en general, no se producen de inmediato. Al contrario, son procesos que requieren un intercambio de significados, una “negociación” de significados, típicamente Vygotskyana.

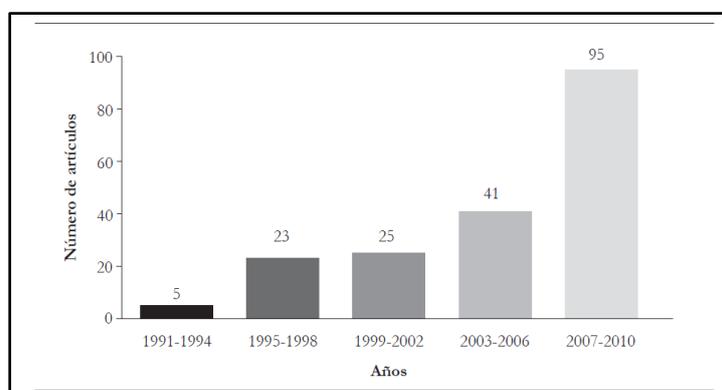
Las reflexiones anteriores, derivan en la presentación de una propuesta de construida con base en los argumentos entregados hasta ahora y que se denominaría Aprendizaje Basado en Proyectos desde una postura crítica ABPyC, ampliada en el capítulo 4 de esta tesis.

### 3.2. Modelo argumentativo de Toulmin (MAT) como referente para abordar la Argumentación en Ciencias.

Tal y como se menciona en el reporte de investigación titulado “la argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias” (Buitrago, Mejía y Hernández. 2013),

*el estudio de los procesos discursivos dentro del aula de clase, dirigidos a la comprensión del aprendizaje por medio del análisis de los sistemas de comunicación en el aula fue iniciado por autores como Sutton (1992, 1997), Cazden (1991) y Hennessey (1991); pero es Danna Kuhn (1992 y 1993) quien se considera la pionera de esta perspectiva en el campo del estudio de las ciencias. Más recientemente, con la valoración de la naturaleza argumentativa de la ciencia, se considera que la argumentación favorece la comprensión de la relación entre los datos, reclamos y garantías (Osborne y cols., 2004). (p.24)*

En este mismo artículo, se cita a Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007), quienes resaltan la importancia de la argumentación y su apogeo desde la década de los noventa, ubicándola como una línea de investigación en la Didáctica de las Ciencias. A propósito de este creciente interés por estudiar los procesos de argumentación en el ámbito educativo, en el gráfico 4 se puede apreciar cómo desde la divulgación de investigaciones, se reafirma lo mencionado por dichos autores.



**Gráfico 4.** Número de publicaciones sobre argumentación en educación en ciencias en el periodo 1991-2010 Tomado de Pinochet (2015)

En este mismo orden de ideas, (ibíd. 2013) mencionan que

*cuando en las clases de ciencias naturales se propician situaciones para que los estudiantes tengan la oportunidad de poner a prueba sus propias visiones del entorno, se cambia la perspectiva con la que los docentes del área se ven a sí mismos y a sus estudiantes.*

Esto se puede lograr cuando la investigación –originada en preguntas auténticas generadas a partir de las experiencias de los estudiantes– se convierte en la estrategia central de la enseñanza de la ciencia (Millar y Osborne, 1998). Preguntas que constituyen, en el caso de esta investigación, el punto de partida de los proyectos adelantados por los estudiantes.

Adicionalmente, la argumentación en ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. (Ruiz, Tamayo y Bargalló, 2015)

### ***¿Cómo entender la argumentación desde la postura de Stephen Toulmin? ¿Cuál es la estructura de un argumento y su importancia?***

En el trabajo de Buitrago, Mejía y Hernández (2013) se menciona que:

*En lo cotidiano, el término argumento está relacionado con la confrontación. Autores como Grootendorst (2004; citado por Osborne, 2012, p. 934) definen el argumento como una “actividad verbal, social y racional dirigida a convencer a una crítica razonable de la capacidad de aceptar un punto de vista planteado”; es decir, que el argumento se refiere al contenido de la argumentación y la argumentación es el proceso de construcción del argumento y su justificación. Para Toulmin, el argumento es una afirmación apoyada por datos sobre el mundo que avanza hacia la verdad, donde los datos están conectados con la reclamación y se articulan por medio de la garantía que justifica la importancia de la prueba (Osborne, 2012). (p.23)*

En este sentido, Toulmin (1993), filósofo y epistemólogo, aporta una visión de la argumentación desde la formalidad y la lógica. Según este autor hay normas universales para construir y evaluar las argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal. Al respecto, propone el modelo presentado en la figura 2.

Al respecto, García-Mila et al (2013) mencionan que, para definir la calidad de la argumentación, primero debemos definir el enfoque analítico adoptado y, segundo los criterios utilizados para hacer juicios, ya que "el análisis de la argumentación es el punto de partida para la evaluación" (Van Eemeren, Grootendorst y Snoeck Henkemans, 2002).



**Figura 2.** Esquema del texto argumentativo según Toulmin (1993)  
Tomado de Sarda y Sanmartí (2002)

Para este trabajo, elegimos el marco propuesto por Toulmin y aunque se ha aplicado principalmente al análisis del discurso donde la unidad es el individuo (Rapanta, Garcia-Mila y Gilabert, 2013) porque enfatiza la estructura de los argumentos individuales, más que el discurso interactivo, queremos aplicarlo como un marco de referencia para analizar los argumentos expuestos por un grupo de trabajo, a la luz del ABPy. El modelo de Toulmin ofrece una ventaja adicional específica a nuestra pregunta de investigación; debido a que éste se centra en la estructura de los argumentos y en nuestro caso no nos interesa hacer análisis en profundidad de cada individuo, sino mostrar argumentos contruidos en una colectividad como posible evidencia de aprendizaje significativo.

El modelo de análisis de Toulmin (1958, 2003; ver Sampson y Clark, 2008), propone una estructura de argumento según cinco elementos: las afirmaciones (la conclusión, la proposición o la aserción), los datos (la evidencia que apoya las afirmaciones), garantías (una explicación de la relación entre la reclamación y los datos), respaldos (suposiciones básicas para apoyar las órdenes), calificadores (palabras o frases que expresan el grado de certeza), y refutaciones (las restricciones para descartar la reclamación).

Estos elementos, son tenidos en cuenta en el momento de analizar los argumentos contruidos por los estudiantes, pero su uso no se restringe a realizar juicios de valor sobre el argumento, por el contrario, busca generar reflexiones sobre las decisiones tomadas por los estudiantes en el momento de argumentar sobre una pregunta o conjunto de preguntas definidas en el marco de los proyectos aplicados.

Dada nuestra opción de usar el modelo de Toulmin para codificar el discurso de los estudiantes, necesitamos establecer cómo definimos la calidad de la argumentación. Tomamos en este caso a un grupo de trabajo que parte de la elaboración de un conjunto de preguntas, como la unidad de análisis.

### **3.2.1. La argumentación como evidencia de aprendizaje Significativo.**

En el ámbito educativo, mediante este modelo, los docentes podrían motivar a los estudiantes a encontrar la evidencia que fundamenta una aseveración. Sin embargo, se hace necesario precisar que la coherencia y excelencia de una argumentación dependerán de un conjunto de relaciones que puedan ser precisadas y examinadas y que el lenguaje de la razón está presente en todo tipo de discurso.

*¿Se puede considerar entonces la argumentación como una evidencia de aprendizaje?*

Motivar al estudiante a entablar un diálogo que le permita construir nuevos significados es una tarea compleja; sin embargo, es posible, en la medida en que se asuman los “nuevos retos de la educación contemporánea” en clave de mejorar las habilidades científicas y entre ellas la argumentación. En este orden de ideas, el lenguaje juega un papel fundamental a la hora de construir argumentos coherentes y convincentes.

En el texto de Revel, Meinardi y Adúriz-Bravo (2014) se retoman algunos autores que dan algunas pistas respecto a la importancia de la argumentación para la evaluación de los aprendizajes, y que ofrecen alternativas de interpretación acerca de la importancia de argumentar como una posible evidencia de aprendizaje, así:

1. La escritura de textos argumentativos puede constituirse en una operación epistémica básica de cualquier situación de aprendizaje (Duschl, 2008), lo que conduce a justificar su uso como una forma de evaluación de los logros alcanzados.
2. Para Kuhn (2010), la argumentación puede ser considerada una ventana por la cual se puede acceder a los modos de pensar de los estudiantes, y sus producciones como una forma viable de valorar sus aprendizajes.
3. Los profesores pueden evaluar los textos que producen sus alumnos con criterios que deben ser consensuados y comunicados. Estos criterios pueden ser de realización o de resultado, es decir, tener en cuenta los aspectos o actuaciones que deben ser puestos en juego para la producción de un texto o tener en cuenta si el texto elaborado cumple determinadas condiciones propias de la tipología textual a la que pertenece. Cuando los profesores evalúan la producción de sus alumnos recurren a criterios de realización y de resultado, que pueden incluir la conceptualización acerca de qué es una argumentación, qué elementos debe contener y qué recursos deben utilizarse para construirla (Jorba; Gómez y Prat, 1998).

Tomando lo anterior como una base teórica, que resalta el papel de la argumentación como una evidencia de aprendizaje, surge entonces una pregunta relacionada con su conexión

con el ABPy, *¿Qué papel juega el trabajo por proyectos en los procesos argumentativos de los estudiantes?*

Con base en el cuestionamiento anterior, uno de los aspectos más llamativos del aporte de estos autores radica en pensar que la argumentación se potencia cuando se utilizan cuestiones socio-científicas, que van más allá de los contenidos conceptuales y que valoran aspectos de tipo afectivo y moral, que en su conjunto permiten potenciar habilidades científicas (entre ellas las argumentativas), lo cual no es sólo un requisito previo para hacer ciencia, sino también indispensable para el pensamiento crítico (Kuhn et al., 2005) y la capacidad de los estudiantes de involucrarse apropiadamente en la toma de decisiones complejas (Osborne et al., 2004). Además, porque esto posibilita la formación de ciudadanos que tomen decisiones apoyadas en razones y basadas al mismo tiempo en datos y evidencias.

Lo anterior, podría extrapolarse a la implementación de proyectos que permitan al estudiante resolver problemas, a partir de la generación de hipótesis, la búsqueda de datos y evidencias que respalden sus conclusiones. Además, concuerda con uno de los propósitos del ABPy en relación con la potenciación de habilidades científicas y que son descritas en la formulación de los proyectos de esta investigación en cada uno de sus estudios.

En concordancia con lo anterior y tomando como referente la perspectiva sociocultural, enmarcada en este caso en la propuesta vigotskyana (1977) en la cual se enfatiza en el rol que la interacción social juega en el aprendizaje y los procesos de pensamiento, parece claro que el trabajo por proyectos posibilita dicha interacción, ya que el trabajo grupal y la asignación de roles a los estudiantes resultan esenciales a la hora de emprender un proyecto. Así que, desde este punto de vista, construir un discurso argumentativo para expresar un conocimiento supone establecer las relaciones entre los elementos que participan en dicho conocimiento y, expresarlo utilizando un lenguaje que sea comprendido, deberían tenerse en cuenta procesos de crítica y revisión, reflexión e investigación continua, características esenciales para el diseño de un proyecto.

A propósito, Buitrago, Mejía y Hernández (2013) mencionan que el diálogo argumentativo favorece el aprendizaje de los alumnos y es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos. Estos últimos, constituyen una base importante del trabajo por proyectos.

### **3.2.2. El MAT en el contexto de esta investigación.**

Ahora bien, reconociendo la importancia de la argumentación como evidencia de aprendizaje, la tarea consiste en, además de definir un marco de referencia teórico para abordar la argumentación, aportar esos criterios de trabajo a los estudiantes y lograr interpretar de una manera adecuada los argumentos construidos por ellos durante la ejecución

de un proyecto. En este sentido, como ya se mencionó, la propuesta de S. Toulmin tiene características particularmente importantes para esta investigación y se retoma para la interpretación y análisis de los datos obtenidos.

En el marco de este trabajo, respecto a los procesos argumentativos, se pretende establecer el nivel de argumentación de los grupos de trabajo con base en los elementos constituyentes del modelo argumentativo de Toulmin (MAT)

Toulmin ha propuesto un marco para el análisis estructural de los argumentos, aún vigente, y ampliamente introducido en la investigación en el campo de la educación científica. Sin embargo, tomando como punto de partida los objetivos de esta investigación, el análisis argumentativo no se pretende realizar de una manera estricta y atendiendo a un conjunto de pasos configurados en un esquema, por el contrario, retoma elementos de la propuesta de Toulmin, para presentar los argumentos de los estudiantes como evidencia de aprendizaje significativo en el marco de la teoría propuesta por Ausubel y atendiendo a las características esenciales para el diseño de un proyecto.

**Tabla 9.** Argumentos sobre ciencias desarrollados por estudiantes y profesores

Niveles	Descripción
1	Argumentación que consisten de argumentos que son conclusiones simples versus contra conclusiones o conclusiones vs conclusiones
2	Argumentación que tiene argumentos que consisten en conclusiones, datos, garantías o sustentos, pero no contiene ninguna refutación.
3	Argumentación que tiene argumentos con una serie de conclusiones o contra conclusiones con cualquier dato, garantías o sustentos con refutaciones débiles ocasionales.
4	Argumentación que muestra argumentos con una conclusión que tiene una refutación claramente identificable.
5	Argumentación que manifiesta un amplio argumento con más de una refutación.

En este sentido, se utiliza el MAT en actividades específicas de los proyectos aplicados a lo largo de dos estudios. Según Pinochet (2015), este patrón, “*más allá de los objetivos, metodologías o contextos de investigación, generalmente TAP (siglas en inglés para MAT) ha sido usado como un estándar para evaluar la calidad argumentativa*”. Este autor, retoma la escala propuesta por Osborne, Erduran y Simon (2004), que ha sido usada por investigadores de distintos países para evaluar los argumentos sobre ciencias desarrollados por estudiantes y profesores (ver Tabla 9).

Es en este sentido como se pretende usar esta escala, la cual permite cuantificar la argumentación según cinco niveles, que van desde la más básica (nivel 1), hasta una argumentación muy sofisticada (nivel 5). Sin embargo, es necesario precisar que, si bien inicialmente se pretende establecer una clasificación con base en esta propuesta, el propósito es encontrar evidencias de aprendizaje, las cuales se determinarán además del nivel de cada caso analizado, a partir del lenguaje utilizado, la coherencia con la pregunta orientadora del proyecto y la apropiación de los conceptos estudiados.

En definitiva, más que una aplicación estricta de lo enunciado por Toulmin respecto a lo que debe ser un argumento, se pretende usar este marco de referencia como una manera de enriquecer los análisis cualitativos que emerjan a la luz de los estudios aplicados en esta tesis.

### **3.3. El aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy): reflexiones iniciales.**

“Las estrategias de instrucción basada en proyectos tienen sus raíces en la aproximación constructivista que evolucionó a partir de los trabajos de psicólogos y educadores, tales como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey. El constructivismo mira el aprendizaje como el resultado de construcciones mentales donde se aprende construyendo nuevas ideas o conceptos, basándose en sus conocimientos actuales y previos” (Karlin y Vianni, 2001).

Al respecto, Patton (2012) menciona que desde entonces ha habido dos cambios importantes que han reavivado el interés de los maestros en el aprendizaje basado en proyectos. En primer lugar, y más obviamente, la tecnología digital lo hace más fácil que nunca para que los estudiantes realicen investigaciones serias, produzcan trabajos de alta calidad, mantengan un registro de todo el proceso y compartan sus creaciones con el mundo. En segundo lugar, ahora sabemos mucho más sobre cómo hacer un buen y riguroso aprendizaje basado en proyectos, y podemos evaluar su efectividad.

Después de realizar una revisión del estado de la cuestión sobre ABPy en diferentes revistas de investigación en relación con la enseñanza de las ciencias en los últimos ocho años, podemos concluir que el ABPy es considerado como una metodología que se centra en aspectos que conducen a los estudiantes a encontrar los conceptos fundamentales y principios de un tema práctico (Collazos et al 2016, Kioupi y Arianoutsou 2016); o como un modelo de aprendizaje donde los estudiantes trabajan de manera activa, planificando, implementando y evaluando proyectos que tienen aplicación en el mundo real, más allá del aula (Martí 2010); o como un tipo de investigación escolar (Manso y Ezquerro 2014, Langbeheim 2015) sobre temas que interesan a los alumnos como núcleo para engarzar los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje

Nosotros nos identificamos con la definición de Domínguez et al (2011), quienes hacen alusión al ABPy como una estrategia pedagógica que busca la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes a partir de un problema real. Tiene un enfoque constructivista con énfasis investigativo, eficaz para desarrollar competencias en los estudiantes (Ausín et al 2016) y que genera habilidades para resolver problemas en contexto (Moursund 2007) o crear productos.

En la investigación de Ausín et al. (2016), se menciona que el ABPy constituye un enfoque educativo que fomenta que los estudiantes “aprendan a aprender” y que trabajen de manera colaborativa en grupo para buscar soluciones a un problema real. También se ha comprobado que ayuda al alumnado en la adquisición de un aprendizaje autodirigido (Savery, 2006), ya que permite trabajar de forma relativamente autónoma y poder conseguir unos mejores resultados en relación al problema planteado (Jones et al., 1997; Thomas et al., 1999).

Por tanto, podemos destacar que el APBy debe ser una de las herramientas fundamentales para el desarrollo de las competencias que más se van a demandar y potenciar en los sistemas educativos del Siglo XXI, como la creatividad, resolución de problemas, habilidad de investigar, trabajar de forma colaborativa, motivación y uso de redes sociales, entre otras.

### **3.3.1. Características, posibilidades y dificultades.**

Benítez y García (2013) mencionan que en muchas ocasiones nos hemos preguntado sobre ¿por qué el estudio de la ciencia no resulta atractivo para muchos alumnos? Buena parte de la responsabilidad recae en el planteamiento que mantiene su enseñanza, que sigue mostrando la mayor parte de las veces: i) una imagen de ciencia centrada en sí misma, académica y formalista (Astudiño C., Rivarosa A. y Ortiz F., 2011); y ii) una falta de conexión de lo que se enseña con la ciencia que está presente en el mundo cotidiano o con la ciencia no formal de los medios de comunicación (Pro Bueno A. y Ezquerria A., 2008).

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) creemos que es una estrategia didáctica que puede potenciar el interés de los estudiantes hacia la ciencia y su aprendizaje, pues lo sitúa en el centro del proceso formativo, fomenta su autonomía y pone énfasis en respuestas a preguntas o elaboración de productos de interés, mediante la utilización de técnicas de investigación (Thomas 2000). Además, resalta la importancia de trabajar en un contexto muy definido, a partir de una problemática motivadora y de interés para el estudiante, que provoca la emisión de ideas y su contraste mediante la planificación de un diseño experimental y la elaboración de un producto.

En la educación basada en proyectos, los docentes crean espacios para el aprendizaje, dan acceso a la información, modelan y guían a los estudiantes para que manejen de manera apropiada sus tareas, los animan a utilizar procesos de aprendizaje metacognitivos, respetan los esfuerzos grupales e individuales, verifican el progreso, diagnostican problemas, dan retroalimentación y evalúan los resultados generales (Rodríguez, Vargas y Luna 2010).

Respecto a los estudiantes, estos tienen la oportunidad de asumir más responsabilidad e independencia de aprendizaje de una manera personalmente significativa (Ching y Hsu 2013). Además, la retroalimentación de los compañeros tiene el potencial de facilitar los procesos de aprendizaje de diferentes maneras. Por ejemplo, revisar los borradores de proyectos de los compañeros puede ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre su propio trabajo y mejorar el desempeño de sus propios proyectos (Ching y Hsu 2013).

Por otro lado, como ya se mencionó en la revisión de literatura, comparando entornos de enseñanza tradicional con otros en los que se aplica el ABPy, se ha comprobado que los estudiantes de entornos mediados por proyectos muestran una mejor capacidad para la resolución de problemas (Finkelstein et al 2010) y son clasificados como más comprometidos, más autosuficientes y con mayor capacidad atencional (Thomas 2000, Walker y Leary 2009).

Una de las dificultades más comunes en todo proceso de enseñanza y aprendizaje, radica en el hecho de que los estudiantes presentan serias dificultades para leer, escribir y comunicar lo que aprenden. Sanmartí, Izquierdo y García (1999) mencionan al respecto, que uno de los objetivos de la clase de Ciencias es enseñar a hablar y escribir ciencias, porque para aprender esta materia los alumnos deben poder expresarse en clase, oralmente, por escrito o mediante dibujos, dado que sólo así podrán contrastar sus ideas y desarrollarlas. En este sentido, consideramos pertinente potenciar estos asuntos con base en la ejecución de un proyecto contextualizado y planeado eficazmente.

Adicionalmente, se ha hecho presente en el sector educativo, que las temáticas que se les presentan a los estudiantes no son cercanas a su contexto, lo que genera en ellos desmotivación y apatía por aprender conceptos.

Por otro lado, Lacueva (1998:3) menciona que debemos prestar atención en no caer en la formulación de “Falsos proyectos”, entendidos como “todas aquellas actividades en las que el problema y la metodología ya vienen dados y donde las niñas y los niños se limitan a actuar”; este es un asunto que podría volverse común sino atendemos a los principios de otorgar autonomía y voz y voto a los estudiantes, es decir, es necesario dejar de lado el protagonismo exclusivo del docente y no caer en el error de formar secuencias de actividades que no respondan a una pregunta orientadora.

### *¿Cómo podría el ABPy ayudar a superar las dificultades enunciadas anteriormente?*

Emplear el ABP como estrategia didáctica se considera relevante en la experiencia educativa, al considerar que: (a) La metodología de proyectos es una estrategia para el aprendizaje que permite el logro de aprendizajes significativos, porque surgen de actividades relevantes para los estudiantes, y contemplan muchas veces objetivos y contenidos que van más allá de los curriculares. (b) Permite la integración de asignaturas, reforzando una visión de conjunto de los saberes humanos. (c) Permite organizar actividades en torno a un fin común, definido por los intereses de los estudiantes y con el compromiso adquirido por ellos. (d) Fomenta la creatividad, la responsabilidad individual, el trabajo colaborativo y la capacidad crítica, entre otros (Maldonado 2008)

Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología basada en proyectos, tal y como lo mencionan Martí et al. (2010) no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica y una de sus características principales es que está orientado a la acción.

En este sentido, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), permite resolver problemas en contexto y centra la atención en el estudiante. El ABPy permite generar una serie de condiciones que son favorables para el trabajo en grupo y que otorga al estudiante la tarea de abordar los conceptos desde múltiples perspectivas. Imaz (2014) resalta algunas características del ABP, que son foco de discusión en diversas investigaciones en educación:

1. Presentan situaciones en las que el alumno aprende a resolver problemas no resueltos utilizando conocimiento relevante.
2. El trabajo se centra en explorar y trabajar un problema práctico con una solución desconocida.
3. Muchas veces pueden demandar la aplicación de conocimientos interdisciplinarios. Así, en el desarrollo de un proyecto, el alumno puede apreciar la relación existente entre diferentes disciplinas.
4. Permiten la búsqueda de soluciones abiertas. Los estudiantes pueden ajustar el proyecto a sus propios intereses y habilidades.

Adicionalmente, es importante mencionar que el ABPy guarda una gran similitud con el Aprendizaje basado en problemas (ABP) y que en muchas ocasiones se puede presentar una combinación entre ambas metodologías, que también es un punto interesante de discusión. En este sentido, es importante aclarar las diferencias entre estos dos tipos de metodología, las cuales son mencionadas por Martí, et al (2009):

1. El Aprendizaje por Proyectos no debe confundirse con el Aprendizaje por Problemas. En este la atención se dirige a la solución de un problema en particular.
2. El ABPy constituye una categoría de aprendizaje más amplia que el aprendizaje por problemas. Mientras que el proyecto pretende atender un problema específico, puede ocuparse además de otras áreas que no son problemas. El proyecto no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica.
3. Adicionalmente el ABP, exige la presentación de un producto final: video, material, escrito, diagrama, como evidencia del trabajo ejecutado por los estudiantes.

Es por lo anterior, que en esta tesis se opta por utilizar la “y” en las siglas del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) como una forma de establecer una diferencia, desde la escritura, con el aprendizaje por problemas.

### **3.3.2. El Buck Institute for Education (BIE) como referente metodológico para la formulación de proyectos.**

El referente principal de este trabajo se enmarca en la propuesta del Buck Institute for Education (de ahora en adelante BIE), una organización de investigación y desarrollo que trabaja con el fin de que las escuelas y aulas sean más efectivas gracias al uso de la enseñanza basada en problemas y proyectos.

Uno de los logros del BIE es la creación de un modelo integral basado en la investigación de ABPy, que denominan "estándar de oro" (ver gráfico 5) y que consta de ocho elementos esenciales, para ayudar a los maestros, escuelas y organizaciones a medir, calibrar y mejorar su práctica (BIE, 2015) y que ubica en el centro los conocimientos y habilidades. Dichos estándares fueron realizados a partir de la revisión de la literatura y con la experiencia de los muchos educadores que han trabajado durante los últimos quince años con esta metodología, principalmente en los Estados Unidos.

Aunque parece claro que el ABPy no es algo nuevo, ni es propio del auge tecnológico y metodológico actual, lo que sí debería ser considerado es el hecho de que uno de los principales objetivos del ABPy se relaciona con la transformación de las prácticas de aula, que sean el reflejo de los contextos de aplicación de los proyectos y que respondan a problemáticas auténticas.



**Gráfico 5.** Estándares para el ABPy (Larmer, Mergendoller y Boss 2015)

En este sentido, la propuesta del BIE apunta a trabajar de manera rigurosa a partir de estándares, ya que, según este instituto, “*los estándares educativos explicitan los resultados de aprendizaje esperados en los estudiantes, tanto al nivel de contenidos como al nivel de desempeños*” (p.14)

En esta línea de trabajo, ¿cómo entender el ABPy desde el trabajo por estándares?, el BIE, define el ABPy orientado por estándares como un “*método sistemático de enseñanza que involucra a los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos y habilidades, a través de un proceso extendido de indagación, estructurado alrededor de preguntas complejas y auténticas, y tareas y productos cuidadosamente diseñados*”

Tomando esta definición como referente, el BIE en su modelo de planificación, hace mención a los proyectos efectivos como aquellos que:

1. Reconocen el impulso inherente de los estudiantes por aprender, su capacidad para hacer trabajos importantes y la necesidad de ser tomados en serio, al colocar a los estudiantes en el centro del proceso de aprendizaje.
2. Atraen a los estudiantes hacia los conceptos y principios centrales de una disciplina, El trabajo en el proyecto es central y no periférico al currículo.
3. Destacan los asuntos o preguntas provocadoras que conducen a los estudiantes hacia una exploración profunda de los temas auténticos e importantes.
4. Requieren el uso de herramientas y habilidades esenciales para el aprendizaje, incluyendo tecnología para aprender, autonomía y manejo de proyectos.

5. Especifican productos que resuelven problemas, explican dilemas, o presentan información generada a través de la indagación, la investigación o el razonamiento.
6. Incluyen múltiples productos, los cuales posibilitan una realimentación frecuente y brindan oportunidades consistentes para que los estudiantes aprendan de la experiencia.
7. Usan evaluaciones basadas en el rendimiento, que comunican las altas expectativas, presentan desafíos rigurosos, y requieren de un rango de habilidades y conocimientos.
8. Promueven la colaboración de diversas formas, ya sea en grupos pequeños, presentaciones dirigidas por el estudiante, o evaluaciones de los resultados del proyecto por parte de toda la clase.

Lo mencionado anteriormente, permite entonces conceptualizar alrededor de cada uno de los ocho componentes propuestos en los estándares propuestos por el BIE (los cuales serán definidos en el capítulo 4); además, esta visión entrega una identidad a la propuesta que no necesariamente la aleja del aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por indagación o el aprendizaje basado en la experiencia, apuestas metodológicas que sin duda comparten algunas características con el ABPy.

### **3.3.3. El ABPy en el contexto de esta investigación.**

Consideramos que, en el ámbito de esta investigación, el Aprendizaje Basado en Proyectos, como estrategia pedagógica se constituye en un referente para acercar a los estudiantes al aprendizaje de conceptos asociados a la electricidad y específicamente sobre circuitos eléctricos. La apuesta se dirige hacia la consolidación de una propuesta que permita sustentar su pertinencia desde la Teoría del Aprendizaje Significativo y claramente apoyada en las características esenciales para el diseño de proyectos, propuestos por el Buck Institute for Education. En este orden de ideas, en esta investigación el ABPy se analiza desde los siguientes escenarios:

#### **1. Aprendizaje basado en proyectos desde una postura crítica (ABPyC).**

En el capítulo 4, se presenta una propuesta de articulación entre los referentes teóricos de esta tesis, lo cual permite a la luz de los resultados que se obtengan en el estudio 1, generar una serie de mejoras que incluyen la propuesta de ABPyC, la cual creemos que va más allá del diseño y ejecución de un proyecto y, por el contrario, entrega elementos adicionales de análisis tanto al docente como al estudiante para realmente reflexionar respecto a los procesos de enseñanza y aprendizaje seguidos en las diferentes etapas del proyecto.

## **2. Aprendizaje basado en proyectos como escenario de participación estudiantil.**

El rol del estudiante es sin duda uno de los asuntos que más se menciona en la literatura ya citada, se habla de la importancia de generar espacios de participación y otorgar autonomía al estudiante. En este sentido, se proponen dos estudios que buscan consolidar una propuesta de proyecto que atienda a los intereses de los estudiantes, sin descuidar los conocimientos y las habilidades del campo científico que se presenten potenciar.

## **3. ¿Cuál es el rol de un docente de ciencias naturales en un proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por proyectos?**

Aunque el rol del estudiante es esencial para el desarrollo de un proyecto, los maestros deberíamos estar capacitados para formularlos y evaluarlos adecuadamente; por esto el ABPy es utilizado como referente para la formación de maestros mediante un proceso de investigación en el espacio de práctica pedagógica. En el ámbito de este trabajo, esto se constituye en una posibilidad para poner a prueba los referentes teóricos utilizados y las estrategias construidas, como un medio para validar lo elaborado.

Finalmente, además de lo anterior, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), consiste en plantear a los estudiantes un proyecto que sea percibido por ellos como ambicioso pero viable y que debe considerar el trabajo grupal como una alternativa casi necesaria para el alcance de los propósitos establecidos. En este sentido, los procesos seguidos para la aplicación de los proyectos deberían organizarse en función de las problemáticas identificadas en el contexto por los estudiantes, y teniendo en cuenta los componentes conceptuales, procedimentales y actitudinales que el docente considere pertinentes en el momento de secuenciar y planificar las actividades del proyecto.

De esta manera, Garrigós y Valero-García (2012) mencionan que el ABPy introduce elementos adicionales de motivación para que los estudiantes realicen las actividades planificadas y se introduzcan en el proceso con relativa facilidad, potenciando el desarrollo de habilidades como la comunicación y el trabajo grupal.

Al atender a las situaciones descritas anteriormente, el plan de trabajo en un proyecto se estructura de acuerdo a las características de un contexto y se rigen por los principios del ABPy, los cuales son definidos por Remacha, Irure y Belletich (2015) como la globalización, la contextualización de los aprendizajes, la organización del contenido, los recursos, los materiales, los espacios, los tiempos, la significatividad del aprendizaje, la intencionalidad educativa, el papel del educador/a y la evaluación. Además de estos principios, para la estructuración de esta práctica en particular, se considera necesario revisar las dinámicas del

trabajo grupal, fortalecer las relaciones con otras áreas del conocimiento y generar espacios efectivos de retroalimentación.

Bajo esta perspectiva metodológica, se parte de los contenidos y las habilidades que se desean potenciar y se destaca la voz y el voto del estudiante. El desafío será conectar con su contexto el problema, realizar procesos de investigación continua y por supuesto soportar el proceso evaluativo desde los procesos de reflexión, crítica y revisión.

### **3.4. Algunas reflexiones sobre la formación de maestros en el contexto colombiano.**

Durante décadas, múltiples investigaciones en el campo de la formación de maestros y, específicamente, para la enseñanza de las Ciencias Naturales, se han interesado en comprender cómo se conciben los procesos de formación de maestros desde la implementación de diversos programas en las Facultades de Educación y, especialmente, desde enfoques pedagógicos, didácticos y epistemológicos (Mellado, 1996; Paixao y Cachapuz, 1999; Godoy, Segarra y Di Mauro, 2014; Acosta y Vergara, 2014; Quintero y Bonilla, 2016; Rivera, 2016; Sanjurjo, 2017). En el contexto colombiano, se han presentado algunos reportes de investigación que presentan una perspectiva histórica de la formación de maestros de ciencias en Colombia (Gallego et al, 2004; Ríos y Cerquera, 2013; Barrios, 2014) en los cuales se hace un recorrido por los diferentes escenarios políticos, sociales, culturales y económicos que han influido en la creación de programas de formación de maestros o en la concepción que se tiene respecto al rol de un profesor en la sociedad.

En este sentido, el interés de este trabajo se centra en la práctica pedagógica, entendida como una actividad diaria que se desarrolla en el aula, laboratorios u otros espacios, orientada por un currículo, y que tiene como propósito, la formación de los alumnos (Díaz, 2006). Esta visión es asumida por la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, cuya propuesta educativa busca contribuir a la formación de profesionales de la educación y capacitarlos para la innovación y el cambio de los conocimientos pedagógicos, los saberes disciplinares específicos y la didáctica (Acuerdo 284, 18 septiembre 2012).

Al respecto, en el contexto educativo del siglo XXI, las propuestas de prácticas pedagógicas requieren una formación profesional integral que atienda a las exigencias de una sociedad heterogénea y cambiante. En este sentido, los programas de formación docente deberían incluir en mayor medida, líneas de profundización y práctica pedagógica vinculados a los intereses del alumnado (TIC, proyectos, juegos, resolución de problemas, entre otros). En este orden de ideas, la Práctica Pedagógica requiere una reflexión crítica del quehacer docente, impulsar la interacción con las comunidades y dejar desde las facultades de educación un camino para la creación de experiencias formativas tanto para docentes, como para estudiantes, centros de práctica y comunidades educativas en general.

En respuesta a esta demanda en la formación de maestros y, específicamente, en Ciencias Naturales, se han puesto en práctica proyectos pedagógicos para acercar a los maestros en formación a las escuelas o centros de práctica, de modo que se articulen procesos de docencia, investigación y aspectos pedagógico-didácticos. Todo ello con el propósito de formar docentes que no solo se interesen por el saber específico, sino que manifiesten preocupación por su propia práctica, por las formas cómo sus estudiantes aprenden, por las dinámicas institucionales, por la evaluación y otros asuntos necesarios para la formación de un maestro crítico y reflexivo.

En opinión de Amelotti (2016), el propósito de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela es favorecer la alfabetización científica de los ciudadanos desde la escolaridad temprana, procurando que comprendan conceptos, practiquen procedimientos y desarrollen actitudes que les permitan analizar, clasificar y criticar la información emergente con la que, constantemente, entran en contacto. Además, como menciona Mitchener y Anderson (1989) el profesor es un factor clave que determina el éxito o el fracaso de cualquier innovación curricular. Apoyando estas visiones, uno de los estudios que se presenta en esta tesis consiste en el desarrollo y evaluación de una propuesta de práctica pedagógica para el programa de Licenciatura en Educación Básica, con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

### **3.4.1 La práctica pedagógica como escenario investigativo.**

Respecto a las prácticas pedagógicas, las Facultades de Educación se han interesado en generar procesos de práctica que permitan a los maestros en formación acercarse al aula de clase, como una manera de conectar la teoría y la práctica para generar así procesos de reflexión que deriven en la mejora de la calidad de los estudiantes y de los programas de formación. Es así como la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y específicamente el programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental ofrece en los tres últimos semestres, espacios de formación como líneas de práctica pedagógica y profundización en investigación a los maestros que cumplan con los requisitos establecidos por el programa curricular (Acuerdo 284 del 18 de septiembre de 2012).

Adicionalmente, como principios orientadores, la práctica pedagógica es concebida por este programa académico, desde la formación, personal, académica, docente e investigativa, que demanda el compromiso de todos los sujetos que participan en este proceso. La cooperación, la cual debería permitir integrar e interactuar social y culturalmente con las instituciones educativas y comunitarias del medio local y regional. La producción de saber pedagógico, como un espacio para la producción mediante la reflexión, la investigación y la sistematización de las experiencias de práctica y el impacto académico, social y cultural, que busca aportar a la transformación de la realidad educativas.



**Figura 3.** Estructura general del proceso de práctica pedagógica.

Fuente: Elaboración propia

Ahora, específicamente para el programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación ambiental, la práctica pedagógica se realiza en los últimos tres niveles de formación y contempla los asuntos presentados en la figura 3 y que son materializados en los centros de práctica, los seminarios de investigación y el trabajo de grado, mediante acciones concretas como el desarrollo de un diagnóstico institucional, las reflexiones consignadas en un diario pedagógico, el rastreo bibliográfico, la formulación de un proyecto de investigación y la reflexión desde las diferentes teorías de enseñanza y aprendizaje. Desde el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) como eje integrador se presenta la formulación de una propuesta investigativa que involucra dichos elementos.

### **3.4.2. La formación de maestros orientada desde la práctica pedagógica en el contexto de esta investigación.**

En el ámbito de este trabajo, la formación de maestros se constituye en una posibilidad para poner a prueba los referentes teóricos utilizados y las estrategias construidas. Es importante anotar que el proceso de práctica pedagógica es un escenario para poner a prueba el Aprendizaje Basado en Proyectos en la formación de maestros, específicamente en la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia, Medellín.

De modo singular, en este estudio se pone el énfasis en mostrar una alternativa de formación de maestros, fundamentada en la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y en la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS). Además, se tienen en cuenta las características esenciales para el diseño de proyectos, propuestas por el Buck Institute for Education (BIE), como alternativa para acercar a los maestros en formación a un escenario de práctica profesional que responda entre otras cosas a sus intereses particulares y que les den la posibilidad de generar propuestas innovadoras, rigurosas y generadoras de aprendizajes significativos.

La propuesta de conformación y aplicación de la línea de práctica pedagógica en Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), fue diseñada para el programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia y aprobada en una convocatoria pública, con la finalidad de aplicar los conceptos objeto de reflexión y análisis en esta tesis.



## CAPÍTULO 4

### FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

Este capítulo se divide en dos partes; la primera relacionada con el referente metodológico que sustentó el proceso de investigación, el cual se enfoca principalmente desde el paradigma cualitativo de tipo estudio de caso; además, se realiza una descripción sobre el progreso de este trabajo que incluye los instrumentos para la recolección de la información y las estrategias de sistematización y análisis. En la segunda parte se detalla la metodología de enseñanza orientada desde el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) e implementada en tres estudios que forman parte de esta tesis, indicando sus objetivos y diseño.

#### **4.1. Metodología de investigación.**

Esta investigación está orientada esencialmente por el paradigma cualitativo, tanto para el desarrollo de la misma como para el análisis de la información. La selección de esta metodología se enmarca en la necesidad de interpretar, conocer y dar un sentido a lo que los estudiantes dicen y hacen durante el acto educativo, desde sus palabras, gestos, acciones e interacciones. También, porque desde este paradigma, las descripciones y el material de análisis se pueden presentar utilizando diferentes formatos, entrevistas, narraciones, transcripciones de audio y video, imágenes, notas de campo, entre otros. Según Moreira (2002), el interés central de la investigación cualitativa está en la interpretación de los significados atribuidos por los sujetos a sus acciones en una realidad socialmente construida.

Además, el método de investigación se enmarca en el Estudio de Caso, el cual tienen como característica básica poder abordar de forma intensiva una unidad, que puede referirse a una persona, una familia, un grupo, una organización o una institución (Stake, 1994). Además, el investigador está inmerso en el fenómeno de interés (Firestone, 1987 citado en Moreira, 2011); participa, anota, oye, observa, registra, documenta, busca significados, interpreta y procura credibilidad.

En este sentido, Serrano (1998, p 85), menciona que las propiedades esenciales de un estudio de Caso cualitativo son, la particularización (se centra en una situación, evento, programa o fenómeno particular), la descripción (el producto final es una descripción rica y densa del objeto de estudio), la heurística (ilumina la comprensión del lector respecto al objeto de estudio) y la inducción (se basa en el razonamiento inductivo; donde las teorías, los conceptos o las hipótesis surgen de un examen de los datos presentes en el contexto mismo).

Stake (1998) clasifica los estudios de Caso en tres tipos: intrínseco, instrumental y colectivo. En el estudio de Caso intrínseco se pretende lograr una profunda comprensión sobre el caso en particular; porque el caso en sí mismo tiene un interés intrínseco. En el estudio de Caso instrumental el interés está centrado en una situación que se quiere investigar para tener una comprensión sobre la misma; y se considera que puede entenderse dicha situación mediante el estudio de un caso particular. De esta manera, el estudio de casos se convierte en un instrumento para comprender una situación. Y, por último, en el estudio de Caso colectivo se eligen varios casos porque se cree que son necesarios para permitir una mejor comprensión de una determinada situación o fenómeno. Este tipo de estudio puede ser visto como un estudio instrumental extendido a varios casos; donde cada Caso es un instrumento para comprender la situación y debe existir una adecuada coordinación entre cada uno de los estudios individuales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que se puede estudiar un Caso por dos razones básicas: estudiar el caso en sí mismo (estudio de caso intrínseco) o para someter a prueba una teoría (estudio de caso instrumental) (Stake, 1994).

Por otro lado, Serrano (1998, p. 97-98) aporta una interesante clasificación de los estudios de casos por la naturaleza del informe final:

- Estudio de casos descriptivo: presenta un informe detallado de un fenómeno objeto de estudio sin fundamentación teórica previa. Son enteramente descriptivos, no se guían por generalizaciones establecidas o hipotéticas, ni desean formular hipótesis generales. Son útiles, sin embargo, para aportar información básica en ciertas áreas educativas. Los centros de interés de los estudios de casos descriptivos en educación suelen ser los programas y prácticas innovadoras. Cualquiera que sea el área de indagación, la descripción es previa a la formulación de hipótesis y a la comprobación de la teoría.
- Estudio de casos interpretativo: contiene descripciones ricas y densas. Sin embargo, los datos descriptivos los utilizan para desarrollar categorías conceptuales o para ilustrar, defender o desafiar presupuestos teóricos defendidos antes de recoger los datos. Si no existiera teoría o si la teoría existente no explica adecuadamente el fenómeno, no se pueden establecer hipótesis que guíen la investigación. El nivel de

abstracción y conceptualización en los estudios de casos interpretativos puede ir desde la sugerencia de relaciones entre variables hasta la construcción de una teoría. El modelo de análisis es inductivo. Se distinguen de los estudios de casos descriptivos por su complejidad, profundidad y orientación teórica.

- Estudio de caso evaluativo: Implican descripción, explicación y juicio. Según Guba y Lincoln (apud Serrano, 1998) el estudio de casos es el mejor porque proporciona “una descripción densa”, está fundamentado, es holístico y vivo, simplifica los datos considerados por el lector, esclarece significados y puede comunicar conocimiento tácito. Pero, sobre todo, este tipo de estudio de casos sopesa “la información para emitir un juicio”. La emisión de juicios es el acto final y esencial de la evaluación.

Serrano (1998, p. 99) finaliza esta clasificación afirmando que, aunque algunos estudios de casos se caracterizan por ser puramente descriptivos, la mayoría son una combinación de descripción y evaluación o de descripción e interpretación.

En esta investigación se toma como referente principal, el estudio de casos instrumental y colectivo (Stake, 1998). Esto es debido a que se propone investigar la contribución de una estrategia pedagógica basada en proyectos (ABPy) al aprendizaje de conceptos eléctricos en clases de ciencias, haciendo uso de la argumentación como evidencia de ese aprendizaje. Para este trabajo, se propone la participación de estudiantes de educación media (próximos al ingreso a la educación superior) elegidos como casos de análisis y se establecen como casos pertinentes para la comprensión de la situación estudiada, además, de la participación de un grupo de maestros en formación en un curso de investigación asociado a un programa de licenciatura en Ciencias Naturales. Lo cual según Stake (1998), son casos que pueden llevarnos a la comprensión del fenómeno estudiado, en los cuales es posible acceder a la información que se requiera.

De este modo fueron propuestos tres estudios; el primero de ellos consiste en un estudio de Caso de tipo instrumental realizado con un grupo de treinta y cuatro estudiantes que cursaban la asignatura de Física del grado décimo, en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, Medellín, Colombia. En este estudio se busca dar respuesta a la pregunta de investigación: *¿Cuál es la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en el aprendizaje significativo de los estudiantes sobre circuitos eléctricos?*, valorándolo desde dos vertientes, la primera relativa a la predisposición de los estudiantes para aprender conceptos sobre circuitos eléctricos en términos de las dinámicas del trabajo grupal y la elaboración de productos (maquetas) y, la segunda enfocada al aprendizaje de conceptos sobre circuitos eléctricos a la luz de los contenidos propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) y algunos acercamientos a procesos de argumentación a partir del modelo propuesto por S. Toulmin.

El interés de este primer estudio se centró en recopilar información acerca de la forma como los estudiantes toman decisiones durante el trabajo grupal, como interaccionan entre ellos para tomar decisiones relacionadas con sus proyectos, los argumentos principales que utilizan y, en particular, la forma en la cual conceptualizan sobre electricidad. Lo anterior, mediante el desarrollo de un proyecto macro, denominado “Pajarito sale a la luz”

Los resultados obtenidos en el primer estudio permitieron concluir que el ABPy, influye de manera positiva en la predisposición de los estudiantes para aprender; además, se encontraron algunas evidencias de aprendizaje significativo en los estudiantes sobre algunos tópicos relacionados con la electricidad.

Gracias a los datos obtenidos y a la dinámica de trabajo observada en el primer estudio al utilizar la estrategia ABPy, así como a su potencial impacto para lograr aprendizajes significativos sobre conceptos eléctricos, se propone entonces investigar, si además de ser significativo ese aprendizaje podría ser crítico en términos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) propuesta por Moreira (2005) e incluir en la planificación del siguiente estudio, la propuesta del Buck Institute for Education (BIE), el cual propone el uso de estándares y características esenciales para el diseño de proyectos.

Atendiendo a lo anterior, se diseñó un segundo estudio que tuvo como propósito valorar la posibilidad de atender seis de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, -Principio ‘de la interacción social y del cuestionamiento, enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas’, principio ‘del aprendiz como perceptor/representador’, principio ‘del conocimiento como lenguaje’, principio ‘del aprendizaje por error’, principio ‘de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del estudiante, de la diversidad de estrategias de enseñanza’ y el principio ‘del abandono de la narrativa, de dejar que el estudiante hable’- a la luz de las características esenciales para el diseño de proyectos basado en estándares (BIE) descritos en el capítulo III (ABPyC) valorándolos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, a través de la incorporación de conceptos y elementos propios del ABPy y apoyándonos en la Argumentación como evidencia de aprendizaje.

El estudio II que conforma esta investigación centra su interés en la búsqueda de respuestas a las siguientes dos preguntas, ambas relacionadas con conceptos sobre “la electricidad”: *¿Cómo contribuye la incorporación de estándares para el ABPy en la habilidad de los estudiantes para formular preguntas y argumentar de forma oral y escrita?* y *¿Cuáles son las evidencias de aprendizaje significativo crítico que emergen al aplicar la estrategia ABPy en el marco de los principios seleccionados?*

Este estudio se realiza en el marco de un proyecto de ciudad denominado “Generación N”, un proyecto de la Corporación Ruta N operado por el Parque Explora, que pretende

impactar a más de 1500 estudiantes de educación básica y media (grados 3° a 11°), los cuales se formarán en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) por medio del trabajo directo con sus maestros. Este proyecto se describe como “una iniciativa que busca respaldar a los docentes e instituciones educativas que buscan nuevas formas de acercar la escuela a las situaciones cercanas al contexto estudiantil, incorporando la estrategia pedagógica ABPy (Aprendizaje Basado en Proyectos) como una vía para facilitar la integración curricular” y “pretende impulsar habilidades y competencias en los estudiantes”

Los criterios y beneficios de participación se presentan en el anexo A. Adicionalmente, se destaca el hecho de que esta propuesta se fundamenta en los estándares ABPy propuestos por el BIE, lo cual es un criterio tenido en cuenta para participar en esta convocatoria e incorporarla en este estudio.

Tomando como referente el sustento teórico empleado para el estudio II, se propone un tercer estudio que pone énfasis en la presentación de una propuesta para formación de maestros en el programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Este estudio, centró su interés en diseñar una planificación de enseñanza para maestros basada en proyectos y tuvo como preguntas orientadoras *¿Cuáles son las percepciones de los maestros al participar en un proceso de práctica pedagógica orientada por el Aprendizaje Basado en Proyectos y la teoría del Aprendizaje Significativo?* y *¿Cuáles son los conocimientos que emergen en un grupo de maestros en formación al formular trabajos de grado enmarcados en el ABPy y la Teoría del Aprendizaje Significativo?*

En este último estudio, se pone a prueba la metodología aplicada en los dos estudios anteriores, al formar parte de cuatro trabajos de grado aplicados en tres instituciones educativas de la ciudad de Medellín y se discuten algunos elementos relacionados con las dificultades, avances, tensiones y aprendizajes adquiridos durante el proceso, el cual tuvo una duración de un año y seis meses.

#### **4.1.1. Instrumentos de recolección de información (Estudios I y II).**

A continuación, se mencionan los instrumentos de recolección de información, utilizados durante la implementación de la estrategia ABPy en los dos estudios realizados en contextos de educación media. En los capítulos 6 y 7, se presentan las características específicas de cada instrumento.

En ambos estudios, I y II, fueron aplicados un instrumento de indagación de ideas alternativas inicial y otro final. Atendiendo a la teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1996) que sustenta esta investigación, el primero se aplica con el propósito de indagar las concepciones previas de los estudiantes en relación con conceptos eléctricos y el segundo

como instrumento para averiguar indicios sobre alguna posible evolución en dichas concepciones. A continuación, se presentan los instrumentos de cada uno de los estudios.

#### **a) Instrumentos de indagación de ideas alternativas e instrumento de indagación final, estudios I y II.**

Atendiendo a los conceptos propuestos por el Ministerio de Educación Nacional en los estándares básicos de competencias -los derechos básicos de aprendizaje-, a la revisión de la literatura realizada y a la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, se elabora un cuestionario que busca indagar los conocimientos previos de los estudiantes en relación con la electricidad (ver anexo B1 para el estudio I y B2 para el estudio II)

El anexo B1 se diseñó con base en los estándares propuestos por el MEN. Y el anexo B2 atendiendo a tres componentes - el conceptual, el ambiental/actitudinal y otro relacionado con el proyecto – teniendo en cuenta algunas preguntas formuladas en la investigación de De Cudmani y Fontdevila (1990), incluyendo una categoría relacionada con la transformación de energía solar en energía eléctrica, debido a que es uno de los ejes articuladores del proyecto y está contemplada en los derechos básicos de aprendizaje (DBA), los cuales no estaban disponibles para el estudio I.

Ambos instrumentos fueron revisados y mejorados gracias a la lectura y las contribuciones de algunos docentes de las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas. Además, fueron aplicados nuevamente al final de ambos estudios, usándolos como un referente que aporta información sobre la evolución de los estudiantes en la comprensión del concepto “Electricidad”. En el cuestionario final están incluidos los conceptos delimitados en el desarrollo del proyecto en el cual se incluyen los elementos considerados en el cuestionario inicial.

#### **b) Observación.**

Según Stake (1998, p. 60), “los significados de los datos cualitativos o interpretativos son los que directamente reconoce el observador”. En este sentido, la observación permite al investigador tener una mayor comprensión respecto al caso que se estudia.

Específicamente para este estudio, en el cual existe un trabajo interdisciplinar que será descrito en la propuesta de intervención, la observación juega un papel fundamental, ya que el investigador deberá participar en diferentes espacios y escenarios de clase, lo cual permitirá realizar una descripción detallada de las actitudes y reacciones de los estudiantes frente a cada una de las actividades propuestas durante la ejecución del proyecto.

### **c) Diario de Campo.**

El diario de campo se constituye, en el marco de esta investigación, en una fuente de información detallada y que procede de la observación, el registro, la descripción y la interpretación que el investigador hace durante la ejecución de las actividades propuestas. A propósito, el diario de campo detalla eventos o situaciones específicas en relación con las reacciones (positivas o negativas) de los estudiantes.

### **d) Bitácora del estudiante.**

Este instrumento (ver anexo C1 estudio I y C2 estudio II) aporta información valiosa al investigador ya que da la oportunidad a los estudiantes de tener voz y voto en la realización de los proyectos, pensar en una posible pregunta orientadora, identificar un problema y trabajar en consecuencia. Para este estudio, son características que forman parte de los estándares para el ABPy propuestos por el BIE. El formato utilizado como unidad de análisis es un instrumento que permite hacer un seguimiento a cada uno de los grupos, conocer sus apuestas, las modificaciones y las acciones que emprenden durante el desarrollo del proyecto y que está alineado con los principios de la TASC y las características que hay que tener en cuenta en el desarrollo de proyectos (BIE), bajo el esquema presentado en el capítulo III: “Aprendizaje Basado en Proyectos desde una mirada crítica ABPyC”.

La bitácora, pretende que los estudiantes identifiquen inicialmente el propósito de cada una de las sesiones de trabajo en las cuales participen, generen preguntas que orienten el trabajo, posteriormente, elaboren una lluvia de ideas que les permita a todos aportar opiniones razonadas sobre posibles respuestas o soluciones a las preguntas formuladas, se ejecuten unas actividades, se establezcan reflexiones sobre el proceso vivido y, finalmente, se establezcan compromisos.

### **e) Entrevista Estudios I y II.**

Las entrevistas propuestas para esta investigación en sus fases inicial y final se realizan para obtener información adicional y fortalecer las respuestas obtenidas en los tests aplicados. Nos permiten ahondar en los conocimientos indagados; en el caso del estudio I, se realizan preguntas conceptuales relacionadas con el proyecto, sobre electricidad básica y el uso de “energías limpias”, y también las motivaciones para emprender el proyecto (anexo D1). En el estudio II, además de los aspectos conceptuales indagados en el estudio I, también se pretende que expliciten elementos relacionados con la “energía eléctrica”. Para lograr lo

planteado, se sigue un protocolo de entrevista semi-estructurada, que propicie un diálogo tranquilo y fluido por parte de cada uno de los sujetos entrevistados de modo individual y perteneciente a cada uno de los casos seleccionados. Las entrevistas se graban y posteriormente se transcriben.

Las preguntas formuladas para el estudio II, intentan buscar información adicional acerca de la relación con los principios de la TASC, sin dejar de lado el componente conceptual, esto dio pie a la entrevista propuesta en el Anexo D2. Las preguntas propuestas están enmarcadas en tres componentes, el campo conceptual, lo ambiental y actitudinal y aspectos propios del proyecto, que para este caso es sobre paneles solares.

#### **4.1.2. Instrumentos de recolección de información Estudio III.**

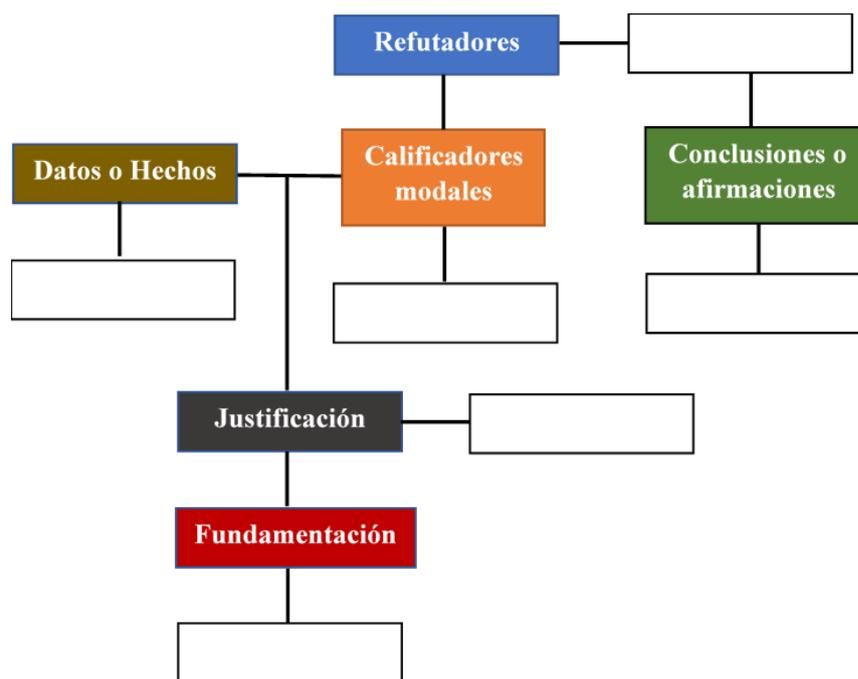
A continuación, se describen los instrumentos de recolección de información, utilizados durante la implementación de la estrategia ABPy en el estudio tres. Al igual que en los estudios I y II, la observación fue importante para realizar seguimiento al trabajo de los maestros en formación. Además, se aplicaron los siguientes instrumentos:

- a. *Cuestionario* de percepción de los participantes. El cuestionario aplicado (anexo E) tuvo como propósito reconocer la percepción de los maestros en formación en relación con el trabajo realizado durante el proceso de práctica pedagógica. Algunas de las preguntas, recogían sus ideas iniciales sobre ABPy, otras indagaban por el proceso de diseño de los proyectos y otras por los aprendizajes obtenidos al finalizar el proceso.
- b. *Planilla* sobre el Trabajo de Grado. A partir de una rúbrica (Anexo F) se coordinó la elaboración del trabajo de grado, el cual aportó información sobre la manera como los estudiantes diseñaron, aplicaron y analizaron la información con base en los principios orientadores de esta tesis.
- c. *Informes Escritos y Documentos de clase*. Los informes de lectura, reportes de diarios de campo y documentos de exposiciones y encuentros forman parte del cúmulo de información recopilada y analizada.
- d. *Autoevaluación y coevaluación*. Durante cada semestre, se siguieron procesos de auto y coevaluación que se constituyen en un insumo para reflexionar alrededor de la evaluación de la práctica pedagógica.

#### 4.1.3. Actividades sobre argumentación siguiendo el esquema propuesto por Toulmin (Estudios I y II).

La argumentación en ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Ruiz, Tamayo y Bargalló, 2015).

El modelo de Toulmin ofrece una posibilidad para comprender la manera como los estudiantes argumentan. En este estudio no se pretende utilizar el Modelo Argumentativo de Toulmin (MAT) para codificar el discurso de los estudiantes, por el contrario se han diseñado actividades específicas sobre cada proyecto para que los estudiantes establezcan diferencias entre una opinión y un argumento y así poder usar el esquema presentado en la gráfica 6, como un instrumento para construir sus argumentos, lo más cercano posible a las posturas científicas, pero a la luz de la experiencia vivida durante la ejecución de los proyectos.



**Gráfico 6.** Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT)

En este sentido, la calidad del argumento entregado por un estudiante o grupo de estudiantes estará dada por la interacción efectiva que tenga con las actividades propuestas, las preguntas formuladas y su capacidad de reflexión y crítica e investigación continua (características esenciales del ABPy)

#### 4.1.4. Selección de los casos de estudio.

Como menciona Mertens (2005), citado por Hernández, R. et al (2007, p.564), “en el muestreo cualitativo es usual comenzar con la identificación de ambientes propicios, luego de grupos y, finalmente, de individuos”. Atendiendo a la clasificación propuesta por Miles y Huberman (1994) y Creswell (1998 y 2005), citados por Hernández, R. et al (2007, p.567-571), los Casos podrían resultar de:

- *Muestras por oportunidad.* Casos que de manera fortuita se presentan ante el investigador, justo cuando éste los necesita, o bien individuos que requerimos y que se reúnen por algún motivo ajeno a la investigación, que nos proporciona una oportunidad extraordinaria para reclutarlos.
- *Muestras de caso sumamente importantes para el problema analizado:* Casos del ambiente que no podemos dejar al margen.
- *Muestras por conveniencia:* simplemente Casos disponibles a los cuales tenemos acceso.

La selección de la muestra se realizó al azar en el estudio I, eligiendo para el estudio un estudiante de cada uno de los ocho grupos (total: 8 estudiantes), y se identificaron con la letra E acompañada de un número. También se seleccionó al azar un grupo de trabajo, denominado G1, para indagar sobre las percepciones de los componentes respecto al trabajo realizado en grupo, utilizando para ello un instrumento que considera un conjunto de preguntas (ver anexo G).

Para el estudio II, la selección de la muestra se realizará después de la fase de lanzamiento del proyecto. Se estudiarán cinco grupos, cada uno conformado por cuatro o cinco estudiantes trabajando en el proyecto.

Para el estudio III, se conformaron cuatro grupos de trabajo, cada uno conformado por dos estudiantes. Para el análisis de la percepción de los participantes, se presentan los resultados de cada uno de los ocho maestros en formación.

Tomando como base lo mencionado hasta este momento en relación con el método de análisis, se presentan en el gráfico 7, a modo de resumen, los elementos tenidos en cuenta para el diseño de la investigación, utilizando el modelo de representación de estudio de caso propuesto en el Hopscotch Model (modelo rayuela) tomado de Jorrín (2016).

## CONTEXTO

En sus dos estudios, la aplicación de los proyectos se realizó en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, escuela con características rurales, con estudiantes con edades entre los 15 y los 18 años de edad que pertenecen a estratos socioeconómicos entre 1 y 3. Ubicada en la comuna 60 de la Ciudad de Medellín, Colombia. La institución cuenta con laboratorio de ciencias y sala de informática y con los recursos necesarios para la puesta en marcha de los proyectos diseñados.



**Gráfico 7.** Estudio de caso

La observación, el diario de campo, la bitácora, las entrevistas y las demás actividades e instrumentos utilizados en la recolección de información a lo largo de los tres estudios, permiten llevar a cabo la triangulación de fuentes de datos para dotar de un mayor significado las interpretaciones realizadas, así como para asegurar la validez de las mismas. Dicha triangulación implica además una comparación de los datos obtenidos sobre cada estudio.

### 4.1.5 consideraciones Éticas

Por su naturaleza de investigación cualitativa, este trabajo se acoge a los principios de *la ética en la investigación* propuestos por Hernández, Fernández y Baptista (2014), los cuales se relacionan con el respeto a los derechos de los participantes y respeto al lugar donde se efectúan las investigaciones. Estos elementos se pueden resumir en las siguientes cuestiones:

- Los participantes tienen derecho a estar informados del propósito de la investigación, el uso que se hará de los resultados de la misma y las consecuencias que puede tener en sus vidas.
- Negarse a participar en el estudio y abandonarlo en cualquier momento que así lo consideren conveniente, así como negarse a proporcionar información.
- Cuando se utiliza información suministrada por ellos o que involucra cuestiones individuales, su anonimato debe ser garantizado y observado por el investigador.
- Uso de consentimiento o aprobación de la participación (Ver anexo H1). Además de conocer su papel en una investigación específica, es necesario que los

participantes proporcionen el consentimiento explícito acerca de su colaboración (preferentemente por escrito, en especial en estudios cualitativos). Las formas de aprobación deben adaptarse a los requerimientos legales de la localidad donde se lleve a cabo la investigación. Wiersma y Jurs (2008)

En cuanto al respeto por el lugar, el contexto en el cual se conducen las investigaciones debe ser respetado. Primero, obteniendo los debidos permisos para acceder al lugar de parte de personas autorizadas. Segundo, al observar y cumplir con las reglas del sitio y recordar que somos “invitados”, por lo cual tenemos la obligación de ser amables, cooperativos, cordiales y respetuosos de las personas, sus creencias y costumbres. (Ver anexo H2)

#### **4.2. Metodología de enseñanza del Estudio I.**

Atendiendo a los propósitos de este estudio, la propuesta didáctica que se describe a continuación, pretende indagar sobre la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en el aprendizaje de los estudiantes, valorándolo desde dos vertientes, la primera relativa a la predisposición de los estudiantes para aprender conceptos sobre electricidad en términos de las dinámicas del trabajo grupal y sobre el diseño de productos y, la segunda, enfocada al aprendizaje de conceptos sobre electricidad. Además, se pretende acercar a los estudiantes a procesos de argumentación tomando como referencia el modelo propuesto por S. Toulmin.

Para alcanzar lo anterior, se plantean para este estudio, los propósitos que se presentan a continuación:

- Valorar la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos al aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto electricidad y particularmente sobre los circuitos eléctricos.
- Elaborar un diagnóstico sobre el nivel de argumentación de los estudiantes como insumo para la planeación de actividades que involucran el desarrollo de esta habilidad en un segundo estudio.
- Valorar la influencia de las actividades desarrolladas en un proyecto, en las dinámicas del trabajo grupal con base en las percepciones de los participantes y el material elaborado.

Teniendo en cuenta los Estándares en Ciencias Naturales propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), es importante definir los aspectos relacionados con el campo conceptual en electricidad y la protección de los recursos naturales, los cuales se presentan de forma explícita en este documento referente nacional y que se agrupan en la

tabla 10. Es importante aclarar, que, en los estándares propuestos por el MEN, cada uno de los ítems descritos, son nombrados como “habilidades de pensamiento” y se recogen los contenidos descritos desde la básica primaria (4-5) hasta la media (10-11), teniendo en cuenta que una de las problemáticas descritas en esta investigación nace de la falta de trabajo sobre tópicos en electricidad en este contexto en particular.

**Tabla 10.** Estándares en Ciencias Naturales (Habilidades de pensamiento), documento emitido por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN)

Grado	Habilidades de pensamiento
4-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifico la conducción de electricidad o calor en materiales</li> <li>• Identifico las funciones de los componentes de un circuito eléctrico</li> <li>• Identifico y establezco las aplicaciones de los circuitos eléctricos en el desarrollo tecnológico</li> </ul>
6-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos</li> <li>• Identifico factores de contaminación en mi entorno y sus implicaciones para la salud</li> </ul>
10-11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.</li> <li>• Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria.</li> <li>• Analizo el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos.</li> </ul>

Además, el trabajo con energías limpias para la producción de energía eléctrica permite a los estudiantes realizar diferentes productos y pensar la solución a la pregunta orientadora desde diferentes frentes. Para comprender lo enunciado anteriormente, a continuación, se presenta el contexto de este estudio.

#### **4.2.1. Contexto.**

Este estudio se realizó con un grupo de 40 estudiantes del grado Décimo de Educación Media (17 Mujeres y 23 Hombres) con edades que oscilan entre los 14 y los 17 años y pertenecientes a la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco. Con ellos se realizará un estudio de caso colectivo y se conformaron grupos de cinco estudiantes.

Este estudio se realizó durante el segundo semestre del año 2016, entre los meses de julio y septiembre, y contempló diez semanas de trabajo con cinco horas semanales. El proyecto tiene como título “Pajarito sale a la luz”

## 4.2.2. Diseño del proyecto.

En el gráfico 8 se presenta la estructura general del proyecto, a modo de mapa, el cual permite visualizar las fases del mismo. Posteriormente, se describen las actividades principales, las cuales son ampliadas en los anexos.

### MAPA DE PROYECTO: PAJARITO SALE A LA LUZ

Christian Giraldo | Junio, 2016

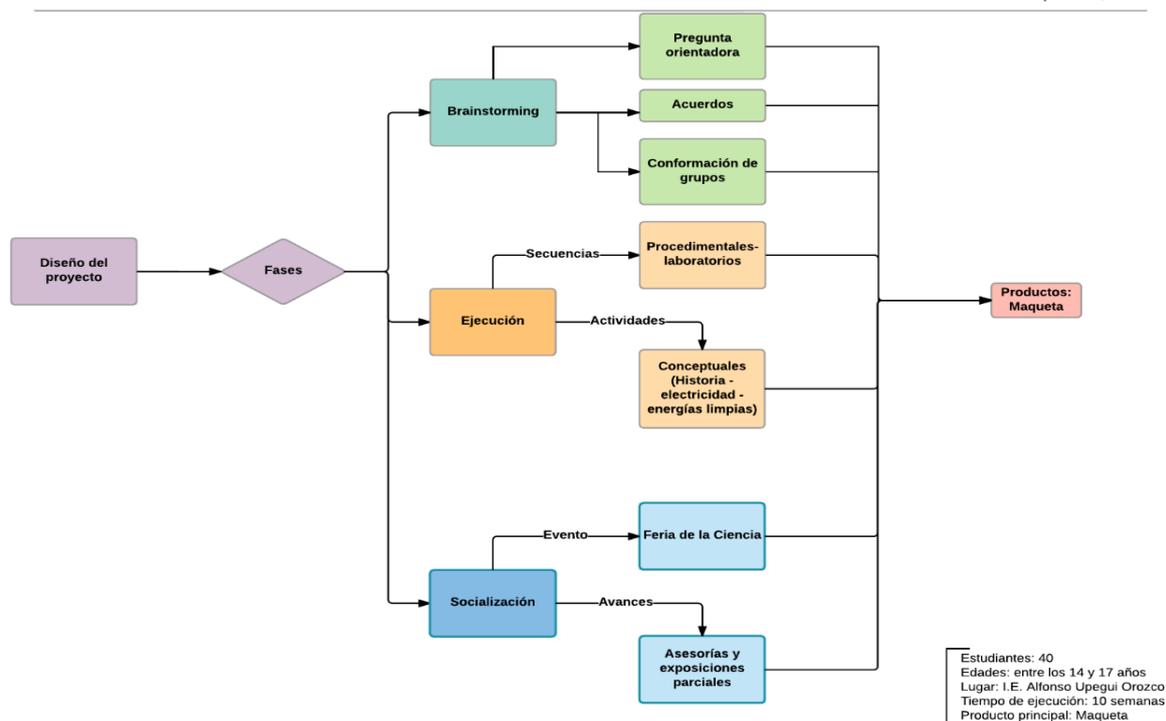


Gráfico 8. Mapa del proyecto, estudio I

El proyecto *Pajarito sale a la luz* se presenta en tres fases, denominadas respectivamente, brainstorming, ejecución y socialización, en cada una de ellas se desarrollan actividades específicas que entregan a los estudiantes los elementos necesarios para la elaboración de una maqueta y para la redacción de un informe, tipo artículo, que presenta información sobre el proceso de investigación de los estudiantes según el tipo de energía alternativa seleccionada por cada uno de los grupos de trabajo.

Cada estudiante perteneciente a un grupo de trabajo tenía un rol específico (líder, secretario, controlador del tiempo, vocero y utilero) y la asignación de los mismos fue realizada por cada uno de ellos. Esta distribución se realiza con el propósito de tener elementos de análisis en relación con las dinámicas de trabajo grupal. A continuación, en la tabla 11, se detalla el proyecto.

**Tabla 11.** Diseño del proyecto, estudio I

<b>DISEÑO DEL PROYECTO</b>		
<b>Nombre del proyecto:</b> Pajarito sale a la luz		<b>Duración:</b> 10 semanas
<b>Área:</b> Ciencias Naturales	<b>Profesor:</b> Christian Fernney Giraldo Macias	<b>Grado:</b> Décimo
<b>RESUMEN</b>		
<p>“Pajarito sale a la luz” es un proyecto que busca mostrar a la comunidad cerca de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, las diferentes alternativas que se pueden usar para obtener energía eléctrica a partir de energías limpias.</p> <p>El proyecto se realizará con un grupo de 37 estudiantes de grado Décimo de la Educación Media (17 Mujeres y 23 Hombres), durante el segundo semestre del año 2016 entre los meses de julio y septiembre. Contempla diez semanas de trabajo, distribuidos entre las clases de Física (2h) y Química (1h).</p> <p>El proyecto pretende explicar a la comunidad, la importancia de usar energías alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica y de paso reducir la contaminación. Para lograrlo, a partir de una lluvia de ideas los estudiantes proponen emplear diferentes alternativas energéticas (biomasa, paneles solares, molinos de viento, piezoeléctricos, entre otros), que serán representadas en maquetas a escala y que toman como referente algunos de los sectores principales de la vereda (iglesia, fabrica, parque, la institución educativa, entre otros). Para recopilar y comprender la información necesaria sobre el tema propuesto, los estudiantes realizan un informe escrito que atiende a las principales características de la energía seleccionada.</p> <p>Para lograr lo anterior, se diseñan y proponen actividades específicas, atendiendo a componentes conceptuales, actitudinales y procedimentales, con una evaluación formativa que utiliza rubricas y asesorías que permitan a los estudiantes consolidar su proyecto, cuyos resultados serán expuestos en la feria de la ciencia institucional.</p>		
<b>Pregunta Orientadora</b>		
¿Qué alternativas pueden existir en la vereda Pajarito, para generar energía eléctrica a partir de energías limpias?		
<b>Productos</b>		
Grupal parcial: Esquema de argumentación e informes escritos Grupal Final: Artículo y maqueta		
<b>Hacer los productos públicos</b>		
Estrategias para socializar los avances del proyecto		
La socialización del proyecto se realizará durante algunas de las clases y en la feria de la ciencia institucional.		

<b>Estrategias de enseñanza para los estudiantes</b>	
Proporcionados por el profesor, otro personal y expertos. Incluye andamios, materiales, lecciones alineadas con los resultados del aprendizaje y evaluaciones formativas.	
Secuencias didácticas propuestas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia en la plataforma contenidos para aprender: ¿Qué tiene que ver el científico Nikola Tesla con la invención de los sistemas eléctricos modernos? y ¿De dónde viene la energía eléctrica que utilizo en mi casa?	
<b>Puntos de retroalimentación / Evaluación formativa</b>	
Para acompañar el proceso de aprendizaje y establecer una acción de mejora, si es el caso.	
Exposiciones grupales y coevaluación.	
<b>Recursos</b>	Beneficiarios/instalaciones: 40 estudiantes del I.E. Alfonso Upegui Orozco. Cuentan con laboratorio de física, 2 aulas de sistemas y auditorio para reuniones.
	Materiales: material de laboratorio, cables, paneles, piezoeléctricos, motores, instrumentos (multímetros, reguladores)
<b>Métodos de reflexión</b>	
¿Cómo podrá de forma individual, grupal o todo el curso reflejar sus avances e inquietudes durante el proceso?	
<i>Planilla de seguimiento o Bitácora:</i> Registro de las reflexiones vividas durante cada semana de trabajo.	
<i>Asesoría:</i> de entidades externas y de los docentes participantes, según los requerimientos que surjan.	
<i>Discusiones grupales:</i> para someter a crítica los avances y revisar el proceso.	
<i>Entrevista:</i> para conocer las ideas de los estudiantes, en tres componentes, conceptual, ambiental – actitudinal y asuntos puntuales del proyecto (trabajo en grupo principalmente.)	
<i>Encuestas:</i> elaboradas con el propósito de conocer la percepción de los estudiantes durante las actividades que se desarrollan.	
<i>Esquema de argumentación:</i> para observar el avance de los estudiantes en los argumentos que utilizan para defender sus hipótesis y conclusiones.	

Las diferentes actividades que conforman la propuesta didáctica de este estudio son descritas a continuación e identificadas por una letra que permitirá una mejor caracterización para el momento de realizar el análisis:

- a. Lluvia de ideas (brainstorming).** En este primer momento, se presenta el proyecto al grupo, se realiza la conformación de los grupos y se propone una lluvia de ideas sobre posibles proyectos a ejecutar, a la luz de la pregunta orientadora. Esta actividad, permite iniciar la valoración de uno de los propósitos de este estudio, la contribución del trabajo grupal en las dinámicas de trabajo por proyectos.

Además, en esta actividad inicial, se establecen acuerdos y se presenta el cronograma de actividades del proyecto (ver anexo II)

- b. ¿Qué tiene que ver el científico Nikola Tesla con la invención de los sistemas eléctricos modernos?** El Objetivo de aprendizaje con esta secuencia es analizar los procesos históricos sobre el establecimiento del servicio de energía eléctrica masivo a principios del siglo XX. Se pretende, además, explorar el concepto de corriente alterna (AC) y corriente directa (DC), Investigar acerca del proceso de establecimiento de una red centralizada de suministro de energía a principios del siglo XX y los hechos históricos que protagonizaron los creadores del sistema masivo de electrificación.

La serie de actividades de aprendizaje que se proponen brindan al estudiante la oportunidad para que avancen de manera progresiva hacia unas representaciones más elaboradas, las cuales le permitirían dar sentido a muchos de los fenómenos físicos de su entorno. En el anexo J1, se presenta la secuencia utilizada, la cual fue adaptada de “contenidos para aprender” una propuesta del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

- c. ¿De dónde viene la energía eléctrica que utilizo en mi casa?** El objetivo de aprendizaje de esta secuencia es conocer los principios básicos utilizados para el transporte y utilización de la energía eléctrica.

Se espera que, al finalizar las actividades de aprendizaje, el estudiante de cuenta del sentido de la corriente eléctrica y aplicaciones de la ley de Ohm en circuitos en serie y en paralelo, además de las características de cada una de las configuraciones eléctricas antes mencionadas, igualmente tendrá conciencia acerca de los métodos más convenientes para el medio ambiente relacionados con la producción de energía. Al igual que la secuencia anterior, en el anexo J2, se presenta la secuencia adaptada de “contenidos para aprender”

- d. Actividad experimental.** La realización de prácticas en el laboratorio escolar (Anexo K), forman parte del desarrollo del proyecto. Paralelo a la presentación de la secuencia de enseñanza, se propone la realización de prácticas sobre circuitos eléctricos, manejo del multímetro e identificación de otros componentes eléctricos (resistencias, reguladores, interruptores...) necesarios para la elaboración del producto final (maqueta)

- e. Construcción de argumentos.** Para este trabajo es importante lograr, como evidencia de aprendizaje significativo, que los estudiantes puedan construir argumentos que expliquen los fenómenos que estudian, cercanos a las explicaciones científicas. En este primer estudio, se enseñan algunos de los componentes de un argumento desde la visión de Toulmin.

Respecto a lo anterior, es importante mencionar que no se espera una construcción de un argumento desde todos los elementos del modelo de argumentación de referencia, sino, una aproximación al mismo.

- f. Socialización.** El espacio de socialización permite a los estudiantes mostrar a la comunidad educativa los productos elaborados en el marco del proyecto desarrollado. Se espera que, durante esta etapa, se manifieste la apropiación de los conceptos en el discurso que utilizan los estudiantes para presentar los resultados de su trabajo.

#### **4.3. Metodología de enseñanza estudio II.**

Teniendo presente el propósito de este estudio, la propuesta didáctica que se presenta a continuación, busca atender seis principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: ‘de la interacción social y del cuestionamiento - enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas’, ‘del aprendiz como perceptor/representador’, ‘del conocimiento como lenguaje’, ‘del aprendizaje por error’, ‘de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del estudiante y de la diversidad de estrategias de enseñanza’ y ‘del abandono de la narrativa y dejar que el estudiante hable’. Durante el desarrollo de un proyecto denominado “Pajarito: Comunidad solar”, se realizaron actividades transversales sobre tres áreas del conocimiento: ciencias naturales, tecnología y ciencias humanas, que propiciaron la argumentación oral y escrita y que pretendieron potenciar el aprendizaje significativo crítico de conceptos relacionados con la electricidad, y particularmente sobre circuitos eléctricos.

A continuación, se describen los propósitos que se pretenden atender durante la implementación de la propuesta didáctica enmarcada en un proyecto:

- Valorar la posibilidad de atender algunos de los principios básicos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), haciendo uso de las características esenciales para el diseño de un proyecto definidas por el Buck Institute for Education (BIE).
- Conocer la contribución de los elementos de un proyecto y su relación con algunos de los principios de la TASC al aprendizaje de los estudiantes sobre electricidad y circuitos eléctricos a través del Aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica (ABPyC)

Para tener claridad frente al campo conceptual de la electricidad que se tiene como referente para este trabajo, se presentan en la tabla 12, los conceptos emergentes a la luz de los derechos básicos de aprendizaje (DBA) propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). En esta tabla se recogen los elementos conceptuales sobre electricidad planteados desde grado quinto de primaria hasta undécimo; además, se presentan algunas

habilidades de pensamiento, propuestas en los estándares básicos en Ciencias Naturales, también propuestos por el MEN.

**Tabla 12.** Contenidos Estudio I

Grado	DBA	Evidencias de aprendizaje
5	Comprende que un circuito eléctrico básico está formado por un generador o fuente (pila), conductores (cables) y uno o más dispositivos (bombillas, motores, timbres), que deben estar conectados apropiadamente (por sus dos polos) para que funcionen y produzcan diferentes efectos.	<p>Realiza circuitos eléctricos simples que funcionan con generados (pilas), cables y dispositivos (bombillas, motores, timbres) y los representa utilizando los símbolos apropiados.</p> <p>Identifica y soluciona dificultades cuando construye un circuito que no funciona.</p> <p>Identifica los diferentes efectos que se producen en los componentes de un circuito, como luz y calor en una bombilla, movimiento en un motor y sonido en un timbre.</p>
5	Comprende que algunos materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica y otros no (denominados aislantes) y que el paso de la corriente siempre genera calor.	<p>Construye experimentalmente circuitos sencillos para establecer qué materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica y cuáles no.</p> <p>Identifica, en un conjunto de materiales dados, cuáles son buenos conductores de corriente y cuáles son aislantes de acuerdo a su comportamiento dentro de un circuito eléctrico básico.</p> <p>Explica por qué algunos objetos se fabrican con ciertos materiales (por ejemplo, por qué los cables están recubiertos por plástico y formados por metal) en función de su capacidad para conducir electricidad.</p> <p>Verifica, con el tacto, que los componentes de un circuito (cables, pilas, bombillos, motores) se calientan cuando están funcionando, y lo atribuye al paso de la corriente eléctrica.</p>
11	Comprende las relaciones entre corriente y voltaje en circuitos resistivos sencillos en serie, en paralelo y mixtos.	<p>Determina las corrientes y los voltajes en elementos resistivos de un circuito eléctrico utilizando la ley de Ohm.</p> <p>Identifica configuraciones en serie, en paralelo y mixtas en diferentes circuitos representados en esquemas.</p> <p>Identifica características de circuitos en serie y paralelo a partir de la construcción de circuitos con resistencias.</p> <p>Predice los cambios de iluminación en bombillos resistivos en un circuito al alterarlo (eliminar o agregar componentes en diferentes lugares).</p>
10-11	Habilidades de pensamiento	<p>Analizo el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos.</p> <p>Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria.</p>

Adicionalmente se presentan algunos objetivos específicos u orientadores de la propuesta didáctica enmarcada en el proyecto, que se elaboran con base en los seis principios seleccionados de la TASC, referente teórico principal de esta investigación y en el esquema construido en el capítulo III, el cual relaciona estos principios con las características esenciales para el diseño de un proyecto.

- ***Asociado al principio del conocimiento previo.*** Conocer la influencia de las concepciones previas que tienen los estudiantes para aprender de manera significativa y crítica el concepto de electricidad y los circuitos eléctricos.
- ***Asociado al principio de interacción social y del cuestionamiento.*** Valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por la participación en un proyecto que involucra paneles solares, electricidad y circuitos eléctricos.
- ***Asociado al principio del lenguaje.*** Identificar el nivel en la argumentación realizada por los estudiantes en relación con elementos conceptuales propios de la electricidad y los circuitos eléctricos.
- ***Asociado al principio del aprendizaje por error.*** Detectar errores y formas de solución comunes que realizan los estudiantes en la ejecución de las actividades desarrolladas durante un proyecto como evidencia de aprendizaje significativo crítico.
- ***Asociado al principio del aprendiz como perceptor/representador.*** Identificar evidencias de como los estudiantes perciben y representan asuntos relacionados con la electricidad y los circuitos eléctricos, el producto para un público y el conocimiento de la comunidad sobre consumo eléctrico y paneles solares.

La metodología de enseñanza que se presenta está orientada bajo tres referentes, la ‘Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico’ (Moreira, 2005), los ‘estándares para el diseño de proyectos’ (BIE) y el ‘Modelo de argumentación de Toulmin’. La propuesta didáctica está diseñada para estudiantes de educación media, pero podría ser adaptada para la educación en básica primaria, secundaria e incluso superior, según los indicadores de desarrollo conceptual y procedimental descritos en los diferentes programas de formación.

Las actividades de la propuesta se enfocan en el *ser*, el *saber* y el *hacer* debido a que el trabajo por proyectos trasciende los contenidos conceptuales, sin embargo, se aclara que no se presenta una división de manera explícita de estos componentes. Teniendo claro lo anterior,

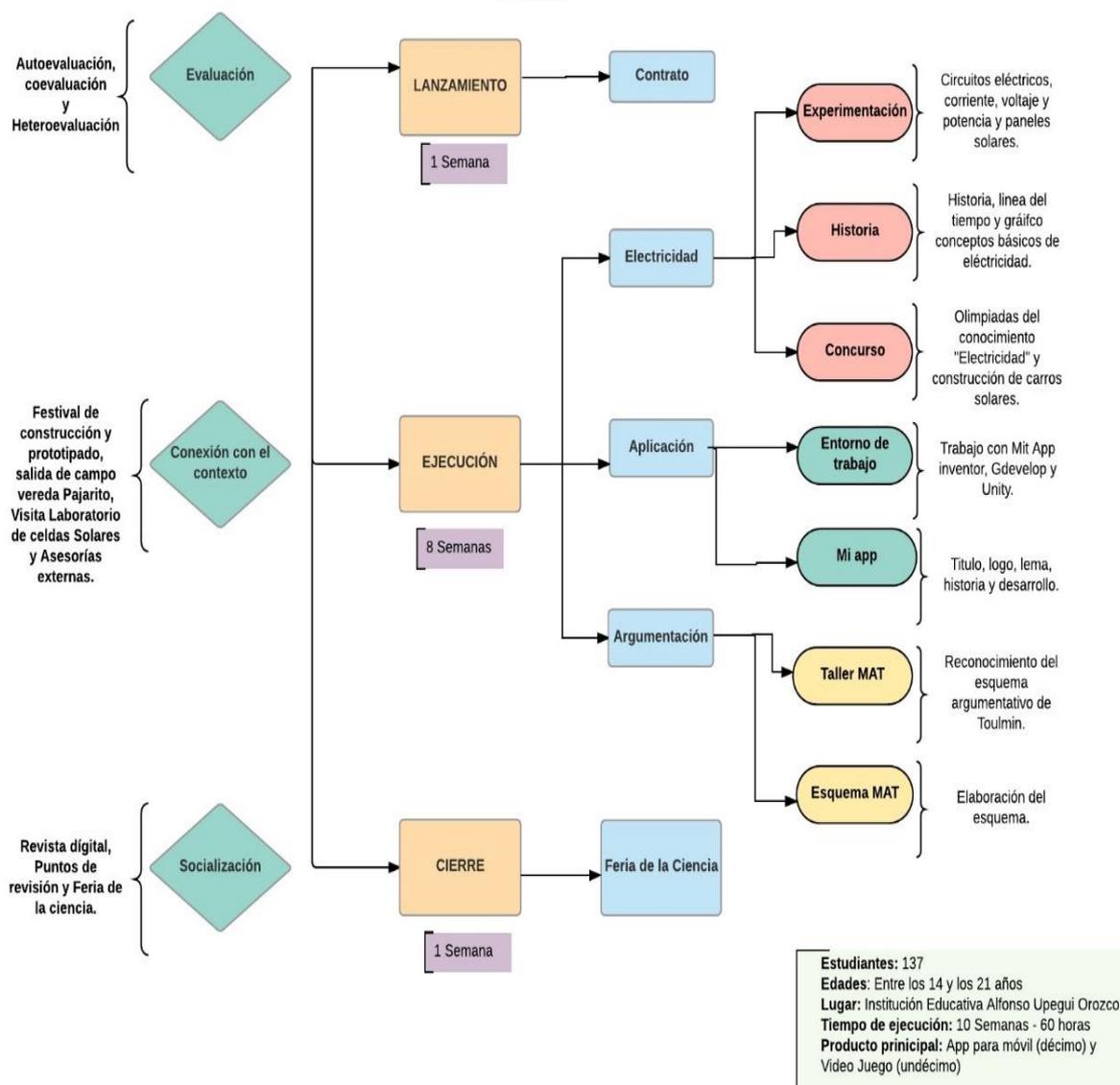
desde el *ser* se abordan acciones, estrategias y propuestas enfocadas a la reducción de la contaminación que el hombre genera en su afán por producir electricidad, desde el *hacer* se potencia la participación en prácticas de laboratorio y en el diseño y ejecución de aplicativos para móviles y videojuegos que tengan relación con el uso de la energía solar para la producción de electricidad y desde el *saber* se procura que los estudiantes comprendan los conceptos mencionados en la tabla 1, es decir, la intensidad, corriente, voltaje y potencia eléctrica, los elementos que constituyen circuitos eléctricos, distintas formas de obtener energía eléctrica (pilas, baterías, paneles solares...), materiales conductores y aislantes de la electricidad.

Con el objetivo de conocer las ideas previas de los estudiantes, se aplican los instrumentos presentado en los Anexos B2 y D2.

#### **4.3.1. Contexto.**

Este estudio se realizó con un grupo de 137 estudiantes de los grados Décimo y Undécimo de la Educación Media (74 Mujeres y 63 Hombres) pertenecientes a la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco. Con ellos se efectuó un estudio de caso colectivo, formando grupos de 4 y 5 estudiantes, de los cuales se seleccionaron cinco grupos como casos de análisis, a los que se les aplicó distintos instrumentos individuales y grupales.

### MAPA DE PROYECTO: PAJARITO COMUNIDAD SOLAR



**Gráfico 9:** Mapa del proyecto Pajarito: comunidad Solar. Elaboración propia

Este estudio se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2017, entre los meses de julio y septiembre, y contempló diez semanas de trabajo con 60 horas de dedicación, distribuidas entre las clases de Física (2h), Química (1h), Tecnología (2h) y Religión (1h), es decir, 6 horas semanales. El proyecto tiene como título “Pajarito: Comunidad Solar”

#### 4.3.2. Diseño del proyecto.

En el gráfico 9 se presenta la estructura general del proyecto. Su planificación contempla las siguientes cuatro fases:

**i) Diseño a la luz de las características del ABPy, propuesta por el BIE.**

Un proyecto escolar, debería estar cuidadosamente diseñado y detallado, se debe tener claramente definida la pregunta orientadora, las habilidades que se pretenden desarrollar, la evaluación y otros componentes que, según el BIE, se constituyen en estándares de un buen proyecto: voz y voto de los estudiantes, la conexión del proyecto con el mundo real, la reflexión, la investigación continua, el proceso de crítica y revisión y el producto para un público.

En la tabla 13, se presenta la descripción del diseño del proyecto, para el proyecto “*Pajarito: Comunidad Solar*”, donde se describen los productos, las habilidades que se pretenden desarrollar, la evaluación, herramientas instruccionales y demás elementos necesarios para comprender la estructura del proyecto.

**Tabla 13.** Diseño del proyecto, estudio II

<b>DISEÑO DEL PROYECTO</b>		
<b>Nombre del proyecto:</b> Pajarito Comunidad Solar		<b>Duración:</b> 10 semanas
<b>Área:</b> Ciencias Naturales	<b>Profesor:</b> Christian Fernney Giraldo Macias	<b>Grado:</b> Décimo y Undécimo
<b>Otras áreas a incluir:</b> Tecnología y Religión	<b>Profesores:</b> Gledis Eliana Acevedo y Luz Adriana Montoya Grisales	
<b>RESUMEN</b>		
<p><i>Pajarito Comunidad Solar</i> es un proyecto liderado por el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco que pretende utilizar la energía solar como una posibilidad para propiciar en los estudiantes el aprendizaje significativo crítico en relación con la energía eléctrica, desde actividades enfocadas en el ser, el saber y el hacer. Aunque nace como una propuesta institucional, se presenta a una convocatoria de la ciudad, denominada “Generación N”, la cual después de pasar varios criterios de selección es aprobada y asesorada por personas externas, con conocimientos en Aprendizaje Basado en Proyectos, en la disciplina específica y en asuntos tecnológicos.</p> <p>El proyecto se realiza con un grupo de 139 estudiantes de los grados Décimo y Undécimo de la Educación Media (74 Mujeres y 65 Hombres), durante el segundo semestre del año 2017, entre los meses de julio y septiembre, y contempla 10 semanas de trabajo con 60 horas de dedicación, distribuidos entre las clases de Física (2h), Química (1h), Tecnología (2h) y Religión (1h), es decir, 6 horas semanales.</p> <p>El proyecto pretende explicar a la comunidad la importancia de utilizar energías alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica, produciéndola aprovechando la energía solar y el uso de paneles solares. Como producto grupal principal, se espera que los estudiantes puedan desarrollar aplicaciones (Apps para móvil en grado décimo y videojuegos en grado once) y que utilicen la argumentación como evidencia de aprendizaje. Para lograr lo anterior, se diseñan y proponen actividades específicas (salidas de campo, asistencia a eventos, prácticas de laboratorio y visitas de</p>		

expertos) que buscan atender algunos de los principios de la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) y cuyos resultados serán presentados en varios eventos de socialización (Feria de la Ciencia Institucional y Feria CT+I parque explora).

**Estándares, Derechos básicos de aprendizaje (DBA), según el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y habilidades que se pretenden desarrollar, tomado de**

<http://www.fod.ac.cr/competencias21/media/InformeATC21s.pdf>

Necesarias para evaluar y aprender: en azul, “maneras de pensar”; en rosa, “herramientas para trabajar”; en verde “maneras de trabajar”; y, en naranja, “maneras de vivir en el mundo”

**Derechos básicos de aprendizaje (DBA)**

Comprende que un circuito eléctrico básico está formado por un generador o fuente (pila), conductores (cables) y uno o más dispositivos (bombillos, motores, timbres), que deben estar conectados apropiadamente (por sus dos polos) para que funcionen y produzcan diferentes efectos.

Comprende que algunos materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica y otros no (denominados aislantes) y que el paso de la corriente siempre genera calor.

Comprende cómo los cuerpos pueden ser cargados eléctricamente asociando esta carga a efectos de atracción y repulsión.

Comprende las relaciones entre corriente y voltaje en circuitos resistivos sencillos en serie, en paralelo y mixtos.

**Habilidades de pensamiento (según estándares en Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional)**

Analizo el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos.

Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria.

**Pensamiento crítico:** capacidad de interpretar, analizar, evaluar, hacer inferencias, explicar y clasificar significados.

**Creatividad e innovación:** capacidad para generar ideas originales que tengan valor en la actualidad, interpretar de distintas formas las situaciones y visualizar una variedad de respuestas ante un problema o circunstancia.

**Resolución de problemas:** capacidad de plantear y analizar problemas para generar alternativas de solución eficaces y viables.

**Aprender a aprender:** capacidad de conocer, organizar y auto-regular el propio proceso de aprendizaje.

**Apropiación de las tecnologías digitales:** capacidad para explorar, crear, comunicarse y producir utilizando las tecnologías como herramientas.

**Manejo de la información:** capacidad para acceder a la información de forma eficiente, evaluarla de manera crítica y utilizarla de forma crítica y creativa.

**Comunicación:** capacidad que abarca el conocimiento de la lengua y la habilidad para utilizarla en una amplia variedad de situaciones y mediante diversos medios.

**Colaboración:** capacidad de trabajar de forma efectiva con otras personas para alcanzar un objetivo común, articulando los esfuerzos propios con los de los demás.

**Vida y carrera:** planteamiento y fijación de metas; capacidades para persistir y sortear obstáculos en el camino, como la resiliencia, la tolerancia a la frustración, el esfuerzo y el diálogo interno positivo.

**Responsabilidad personal y social:** capacidad de tomar decisiones y actuar considerando aquello que favorece el bienestar propio, de otros y del planeta, comprendiendo la profunda conexión que existe entre todos ellos.

	<b>Ciudadanía local y global:</b> capacidad de asumir un rol activo, reflexivo y constructivo en la comunidad local, nacional y global, comprometiéndose con el cumplimiento de los derechos humanos y de los valores éticos humanos
--	--

### Pregunta Orientadora

¿Cómo elaborar una aplicación que permita a la comunidad de Pajarito comprender la importancia de cuidar el medio ambiente y obtener energía eléctrica mediante el uso de paneles solar?

### Lanzamiento del proyecto

El lanzamiento es una oportunidad para motivar y “enganchar” a los estudiantes en el desarrollo del proyecto, para esta actividad se proponen las siguientes acciones.

Invitación a la comunidad para participar del lanzamiento:

- 6.15-7:00 Bienvenida (escarapelas, cronograma del día y presentación del proyecto).
- 7:00: Distribución de grupos.
- 7:00- 9:00 Escrito sobre las pasiones y talentos de los estudiantes (rúbrica, entrevista y exposición)
- 9:00 – 9:30 refrigerio
- 9:30 – 10:00 Acta de conformación del proyectos y acuerdos (contrato)
- 10:00- 10:40 Aplicación de instrumentos de indagación de ideas previas (Pretest)
- 10:40-11:45 Productos esperados y cronograma de trabajo (10 semanas)
- 11:45- 12:15 cierre del evento evaluación



### Productos

Grupal parcial: Entrevistas a la comunidad y mapa vereda, esquema de argumentación, línea del tiempo “historia de la electricidad”, audio (grado once) y video (décimo)  
 Grupal Final: Aplicación (App para grado décimo y video juego para grado once)

### Hacer los productos públicos

(estrategias para socializar los avances del proyecto)

Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolla en 10 semanas, se han seleccionado puntos de revisión y socialización de avances. Específicamente, en las semanas 1, 6 y 10. Estos espacios han sido concertados con los estudiantes y sirven para revisar el proceso, hacer crítica y reflexión sobre el trabajo de cada grupo.

- Semana 1: Lanzamiento del proyecto
- Semana 6: Punto de revisión y crítica: Asisten expertos externos a la presentación de avances.
- Semana 9: Punto de revisión y crítica
- Semana 10: Feria de la Ciencia – Cierre del proyecto

Medios digitales: Las redes sociales y sitios web se han utilizado para hacer públicos los productos, los principales espacios son: <https://www.facebook.com/groups/648907025279630/>  
<https://www.upociencias.com/>

- Grupo en Facebook: Pajarito comunidad solar:

<https://www.facebook.com/groups/648907025279630/>

- Revista Digital UpoCencias: [https://issuu.com/upociencias/docs/revista\\_n6](https://issuu.com/upociencias/docs/revista_n6)

<b>Estrategias de enseñanza para los estudiantes</b> (Proporcionados por el profesor, otro personal, expertos; Incluye andamios, materiales, lecciones alineadas con los resultados del aprendizaje y evaluaciones formativas)	
Ver Tabla 2.	
<b>Puntos de retroalimentación/Evaluación formativa</b>	
Para acompañar el proceso de aprendizaje y establecer una acción de mejora si es el caso.	
La plantilla de seguimiento al proyecto es uno de los instrumentos principales para evaluar el trabajo de los estudiantes, ya que permite generar reflexiones, reconocer las dificultades, los avances y darles voz y voto a los estudiantes al interior de su proceso de evaluación. Además, se realizaron procesos de auto y coevaluación.	
Para establecer coherencia entre el registro de los estudiantes, sus productos y la observación del docente, se establece una lista de chequeo para hacer un seguimiento adecuado a los proyectos, la cual es verificada por los estudiantes y socializada en diferentes puntos del proyecto (incluyendo las actividades propias de la investigación) como proceso de retroalimentación y como componente esencial para la evaluación formativa.	
<b>Recursos</b>	Beneficiarios/instalaciones: 137 estudiantes de la I.E. Alfonso Upegui Orozco. Cuentan con laboratorio de física, 2 aulas de sistemas y auditorio para reuniones.
	Humanos: Asesor de línea de Apps y videojuegos Asesoría pedagógica
	Materiales: circuitos eléctricos, paneles solares, computadoras y papelería general.
	Recursos comunitarios/institucionales: 400 mil pesos colombianos para la compra de insumos
<b>Métodos de reflexión:</b> cómo podrá de forma individual, grupal o todo el curso reflejar sus avances e inquietudes durante el proceso.	
<i>Planilla de seguimiento-Bitácora:</i> registro de las reflexiones vividas durante cada semana de trabajo. <i>Asesoría:</i> de entidades externas y de los docentes participantes, según los requerimientos que surjan. <i>Discusiones grupales:</i> para someter a crítica los avances y revisar el proceso. <i>Entrevista:</i> para conocer las ideas de los estudiantes, en tres componentes, conceptual, ambiental – actitudinal y asuntos puntuales del proyecto (trabajo en grupo principalmente.) <i>Encuestas:</i> elaboradas con el propósito de conocer la percepción de los estudiantes durante las actividades que se desarrollan. <i>Esquema de argumentación:</i> para observar el avance de los estudiantes en los argumentos que utilizan para defender sus hipótesis y conclusiones.	

Para detallar aún más el desarrollo del proyecto y los aprendizajes esperados, en la tabla 14, se presentan los elementos considerados en este proyecto que están asociados a las características de un proyecto según los estándares ABPy propuestos por el BIE.

**Tabla 14.** Características esenciales del proyecto

Investigación continua	Pregunta orientadora	Voz y voto de los estudiantes	Reflexión
<p>Los estudiantes tendrán autonomía para la elaboración de los productos a partir de criterios de trabajo concertados previamente, durante el desarrollo del proyecto, podrán sugerir, ampliar y analizar diferentes fuentes de información. El docente tendrá el rol de guía, realizará una observación participante en la cual el feedback será esencial para el mejoramiento de los proyectos.</p>	<p>¿Cómo elaborar una aplicación que permita a la comunidad de Pajarito comprender la importancia de obtener energía eléctrica mediante el uso de paneles solares?</p>	<p>Las principales estrategias para propiciar la participación de los estudiantes son: lluvia de ideas, selección del sitio a impactar, roles, contrato – conformación de grupos y acuerdos.</p>	<p>Para propiciar la reflexión durante el desarrollo del proyecto, se propone a cada grupo de estudiantes, llevar una bitácora que contempla los siguientes elementos: propósitos, preguntas orientadoras, lluvia de ideas, actividades desarrolladas, reflexiones finales y compromisos. Este instrumento se convierte en una herramienta fundamental para tomar decisiones durante el proceso.</p>
<b>Crítica y revisión</b>		<b>Conexión con el mundo real</b>	
<p>Con base en la planeación: cronograma, espacios de trabajo, salidas pedagógicas, entrega de avances y sistematización de la información (bitácora), se pretende garantizar la apropiación del conocimiento. Los procesos de retroalimentación, la autoevaluación, coevaluación y heretoevaluación, serán aplicados en diferentes puntos del proyecto como una oportunidad de revisión y mejora continua.</p>		<p>La contaminación y el uso de la energía solar como alternativa energética, acercará a los estudiantes, padres de familia y a la comunidad en general, para lograrlo, las salidas pedagógicas y la socialización son estrategias fundamentales para establecer esa conexión con el mundo real.</p>	
<p><b>Producto para un público:</b> Aplicación para celular y videojuegos.</p>			

**ii) Campamento ABPy.**

En el marco de ‘Generación N’ y para esta fase de diseño, se asiste al denominado “Campamento ABPy”, en el cual se tiene la posibilidad de interactuar con proyectos de otras instituciones educativas y particularmente, participar en un proceso denominado “afinación

del proyecto”, el cual consiste en “someter a juicio” el proyecto presentado ante otros docentes y realizar ajustes según lo conversado en el proceso. Este trabajo se realizó durante dos días, durante los cuales se realizaron actividades de motivación y conceptualización en torno a la metodología ABPy.

### **iii) Talleres de prototipado.**

Pensando ahora en el producto para un público, el macroproyecto ofrece asesoría en tres líneas de prototipado, programación, producción audiovisual y la elegida para este estudio, apps y videojuegos. Esta selección se ha realizado teniendo en cuenta la infraestructura de la Institución Educativa en la cual se realiza el estudio, pues dispone de bastantes herramientas computacionales y con excelente conectividad, para ser utilizadas durante amplios periodos de tiempo. Los talleres de prototipado entregaron elementos procedimentales necesarios para guiar a los estudiantes, en este caso, en la elaboración de las apps y los videojuegos que serán pensados por ellos a la luz de los acuerdos a los cuales se llegue en las fases de lanzamiento y contextualización.

### **iv) Cronograma de actividades.**

Para finalizar, en la última fase del diseño se realiza un cronograma de actividades en el cual se tiene en cuenta la participación de diferentes áreas del conocimiento. Como anexo I2, se presentan los cronogramas elaborados para el trabajo con grado décimo y undécimo en referencia al diseño de aplicaciones para móviles y videojuegos respectivamente, utilizando información relacionada con la energía solar como fuente limpia de obtención de energía eléctrica.

#### **4.3.3. Actividades realizadas desde las áreas participantes.**

En la Tabla 15 figuran además de los tres momentos descritos en el mapa del proyecto, las actividades específicas desarrolladas desde cada área de conocimiento, los instrumentos de recolección de información, los propósitos y el tiempo de ejecución.

**Tabla 15.** Actividades del proyecto

Fases	Actividad e Instrumentos de recolección de información	PROPÓSITO	Tiempo (h)	
Lanzamiento Contextualización	Presentación del proyecto	Motivar la participación de los estudiantes en el proyecto.	1	
	Conformación de grupos, asignación de roles y <i>contrato</i>	Permitir a los estudiantes tener voz y voto para el desarrollo del proyecto.	1	
	Productos esperados y cronograma de trabajo. <i>Bitacora.</i>	Presentar los productos esperados como punto de partida y la importancia de sistematizar la información de sus proyectos.	1	
	Indagación de ideas previas. <i>Entrevista e instrumento inicial</i>	Conocer el dominio que tienen los estudiantes acerca de los principales conceptos sobre electricidad.	1	
	Presentación del trabajo desde tres áreas: Ciencias Naturales, Tencología y Filosofía.	Organizar un cronograma de trabajo para la ejecución de las actividades.	1	
	Identificación del contexto. <i>Salida de campo</i>	Identificar elementos del contexto que deberían ser incluidos en los productos. Focos de contaminación, prácticas positivas y negativas de la comunidad e impacto ambiental de producir electricidad.	3	
	Identificación de problemas y formulación de preguntas	Promover la formulación de preguntas para la solución de problemas identificados.	2	
Ejecución: Introducción de Conceptos	Ciencias Naturales	Actividad historia de la electricidad: “La guerra de las corrientes”	Promover en los estudiantes la idea de la ciencia como un producto histórico, cambiante y no como algo acabado y verdadero.	2
		Diseñando el boceto para nuestra aplicación	Esquematar los diseños del posible prototipo a elaborar.	2
		Laboratorio: Electrificación	Posibilitar la construcción de circuitos eléctricos y la identificación de sus componentes y el reconocimiento del concepto electricidad y el fenómeno de la electrificación.	2
		Laboratorio: Circuitos eléctricos	Posibilitar el trabajo con componentes eléctricos que permitan relacionar, diferenciar y conceptualizar sobre los conceptos de voltaje, intensidad y potencia mediante el montaje de circuitos eléctricos.	3
		Laboratorio paneles solares	Explicar como la energía solar puede ser utilizada para la producción de electricidad.	3
		Clase Magistral	Conceptualizar alrededor de algunos conceptos básicos sobre electricidad y circuitos eléctricos	2

	<i>Tecnología</i>	Video y trailers	Elaborar un video en sobre el uso de paneles solares, para incrustar en la aplicación y para dar apertura a los video juegos.	2
		Manejo de los programas “Mit App inventor” y “GDevelop”	Familiarizar a los estudiantes con el manejo de los programas Mit App Inventor y GDevelop. Además se abre la posibilidad de seleccionar otras herramientas para el diseño de los juegos y las Apps.	12
		Poniendo a prueba mi aplicación	Estimular en los estudiantes la capacidad de trabajar a partir de los posibles errores que se presenten y convertirlos en oportunidades de mejora.	2
	<i>Ciencias Humanas</i>	Opiniones vs argumentos	Realizar actividades prácticas que permitan establecer una diferencia entre una opinión personal y un argumento.	1
		Nombremos nuestra Aplicación	Explorar opciones para nombrar la aplicación a la luz de lo encontrado en la salida de campo.	1
		Argumentemos desde el MAT	Familiarizar a los estudiantes con el Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT) y elaborar algunos esquemas a la luz de lo trabajado en los laboratorios sobre circuitos eléctricos.	5
	<i>Otras actividades</i>	Lluvia de ideas	Propiciar la participación de los estudiantes en el diseño y puesta en marcha del proyecto.	2
		Socialización	Presentar a la comunidad los proyectos elaborados.	3
		Asesorías y Feedback	Guiar el desarrollo de los proyectos.	3
	<b>Cierre: Productos</b>	Socialización de proyectos y cuestionario final	Identificar alguna evolución en las concepciones de los estudiantes sobre el fenómeno eléctrico y su relación con los principios de la TASC seleccionados.	5
<b>TOTAL HORAS</b>			<b>60</b>	

La organización anterior, permite conocer en detalle el aporte que se realiza desde cada una de las áreas del conocimiento involucradas en la ejecución del proyecto.

#### **4.3.4. Actividades de la propuesta didáctica.**

La metodología de enseñanza basada en el diseño y ejecución de un proyecto, incluye diversas actividades que buscan favorecer en los estudiantes: i) una actitud crítica y reflexiva respecto a distintas problemáticas que puedan identificarse en su contexto y ii) un saber científico como puerta para resolver problemas que afectan a su comunidad y que desde

diferentes aspectos pueden ser estudiados y resueltos. En este trabajo, a través de un proyecto que pretende ofrecer a la comunidad de “Pajarito” una alternativa para la producción de energía eléctrica mediante la utilización de la energía solar a través de paneles solares, se pretende que los estudiantes aprendan significativamente los conceptos más importantes relacionados con la electricidad, desarrollen capacidades para abordar problemas tecnocientíficos así como actitudes favorables hacia la conservación del medioambiente.

Adicionalmente, la propuesta basada en proyectos, procura que se transversalicen algunas asignaturas del currículo (Ciencias Naturales, Ciencias Humanas y Tecnología), que permitan al estudiante apreciar la importancia de relacionar los saberes y proponer acciones coherentes con las necesidades identificadas.

Las actividades presentadas en este estudio son de tipo teórico – prácticas y se espera aporten información útil para atender a los propósitos de este trabajo. A continuación, son descritas las actividades, esta vez desde componentes macro y con una estructura por semanas, en cada una se menciona la actividad principal y su relación con los principios de la TASC. para lograr su identificación y facilitar el análisis de los resultados.

1. **Semana 1: Lanzamiento.** Se establece un contrato de trabajo (ver anexo I2), se conforman los grupos y se identifican los elementos de la bitácora, uno de los instrumentos más importante para atender el principio de la interacción social y del cuestionamiento, ya que uno de sus apartados indaga por las preguntas orientadoras del trabajo. Se explica cómo serán los procesos de reflexión y crítica y se establecen acuerdos para la evaluación y desarrollo de las actividades desde las áreas del conocimiento involucradas en el proyecto.

Se busca posibilitar en los estudiantes un cuestionamiento acerca de las situaciones enmarcadas en un campo de conocimiento sobre electricidad, para fomentar de esta manera un aprendizaje significativo.

2. **Semana 2: Festival de construcción y semana 3 salida pedagógica.** Atendiendo al principio del aprendiz como perceptor/representador, las salidas de campo permiten a los estudiantes reconocer en escenarios diferentes al aula de clase, nuevas variables, situaciones, formas de pensar y ver el mundo, que se pueden constituir luego en bases para la representación de los fenómenos estudiados en el aula de clase, para fortalecer los argumentos y para generar cambios en la comprensión de los conceptos, en este caso sobre electricidad.

Para aportar en lo anterior, se proponen actividades puntuales como, una visita a la vereda “Pajarito” a través de la cual los estudiantes puedan reconocer su contexto, entrevistar a algunos habitantes y trazar un diagrama en el cual se puedan identificar

los focos de contaminación, algunas prácticas positivas y negativas en términos ambientales. (ver anexo L. Formato salida pedagógica)

3. **Semana 4: Nombrando nuestra App.** Presentación a los estudiantes sobre algunas ideas fundamentales relacionadas con la elaboración de aplicaciones para celular y videojuegos y de las herramientas o estrategias que pueden ser usadas para su diseño y elaboración.
4. **Semana 5: Revisión y crítica.** El profesor propone a los estudiantes realizar una presentación grupal para compartir con todos los asistentes al curso. El propósito será recibir retroalimentación no solo del profesor sino también de los compañeros de clase. El propósito de esta actividad mas allá de las habilidades de expresión oral y corporal, se relacionan con la posibilidad de aprender del otro, corregir los posibles errores que se puedan tener y usar la información para mejorar los productos. Esta actividad específica, atiende al principio de abandono de la narrativa y dejar que el estudiante hable.
5. **Semana 6: Diseño y construcción.** El profesor presenta a los estudiantes las principales características y potencialidades de Mit App Inventor y Gdevelop como recursos gratuitos para la elaboración de aplicaciones para celular y videojuegos respectivamente, sin embargo, y atendiendo al principio de diversidad de las estrategias de enseñanza, no se limita la creación de los productos a estas dos plataformas.. Se presentan algunos ejemplos de aplicaciones y videojuegos ya construidos y se propone a los estudiantes llevar a cabo algunas actividades prácticas de construcción que van desde la elaboración de botones e hipervinculos (Apps para celular) hasta la generación de personajes (video juegos).
6. **Semana 7: Semana de la electricidad.** En esta actividad el profesor aporta a algunos estudiantes un conjunto de materiales para el montaje de circuitos y la resolución de algunos problemas, al introducir errores en la información de manera intencional y sin advertirlo. Asimismo, se entrega un documento con información que indica las rutas a seguir; en cada etapa, se realizan preguntas de evaluación de la actividad desarrollada. (Ver anexo K)
7. **Semana 8: Carros solares:** los estudiantes tratan de llevar a cabo la construcción de un prototipo de carro solar, en el cual puedan poner en escena lo trabajado específicamente durante la semana 7. También realizan una valoración crítica de los hallazgos encontrados en la práctica experimental, detectando sus errores, corrigiéndolos posteriormente.

8. **Semana 9: Argumentación y expresión corporal.** En semanas previas, se han elaborado esquemas de argumentación a partir de la propuesta de Toulmin. Durante esta semana los estudiantes con base en algunas afirmaciones realizados por el profesor, generan un el último esquema del proceso seguido. Además, se realiza un taller de expresión corporal, acompañado de otro punto de revisión y crítica para afinar los productos de cara a la semana de socialización. (Ver anexo M. Guía de afinación de proyectos)
9. **Semana 10: Socialización.** En esta semana se realiza la exhibición de los productos a la comunidad educativa, personas invitadas del proyecto Generación N y docentes de otras instituciones que se han interesado por conocer el proyecto. La socialización tiene lugar en cuatro espacios diferentes: la feria de la ciencia institucional, la feria de la ciencia CT+I en el parque explora, el foro latinoamericano STEM+H en la Institución Universitaria Pacual Bravo y en el cierre del proyecto Generación n en RutaN.

#### **4.4. Metodología de enseñanza del Estudio III.**

Después de la aplicación de los estudios I y II, se propone un tercer estudio que busca poner a prueba los elementos teóricos y metodológicos desarrollados hasta ahora, en una propuesta de formación de maestros, específicamente en el proceso de Práctica Pedagógica y elaboración de Trabajo de Grado para un programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación. Al tratarse de una convocatoria pública, inicialmente se utiliza el documento dispuesto para el proceso de postulación (ver anexo N)

A continuación, se describen los propósitos que se pretenden atender durante la implementación de este estudio:

- Diseñar y aplicar una propuesta alternativa de formación de maestros, fundamentada en la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) y las características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el Buck Institute for Education (BIE).
- Consolidar una propuesta de formación de maestros en Ciencias Naturales en el marco de la práctica pedagógica, apoyada en el Aprendizaje Basado en Proyectos y los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo.
- Valorar algunos de los resultados obtenidos en los proyectos aplicados por los maestros en formación con estudiantes pertenecientes a la educación básica en diferentes instituciones educativas de la ciudad de Medellín, Colombia.

Posterior a la aceptación se procede al diseño de la propuesta de formación, la cual será descrita a continuación:

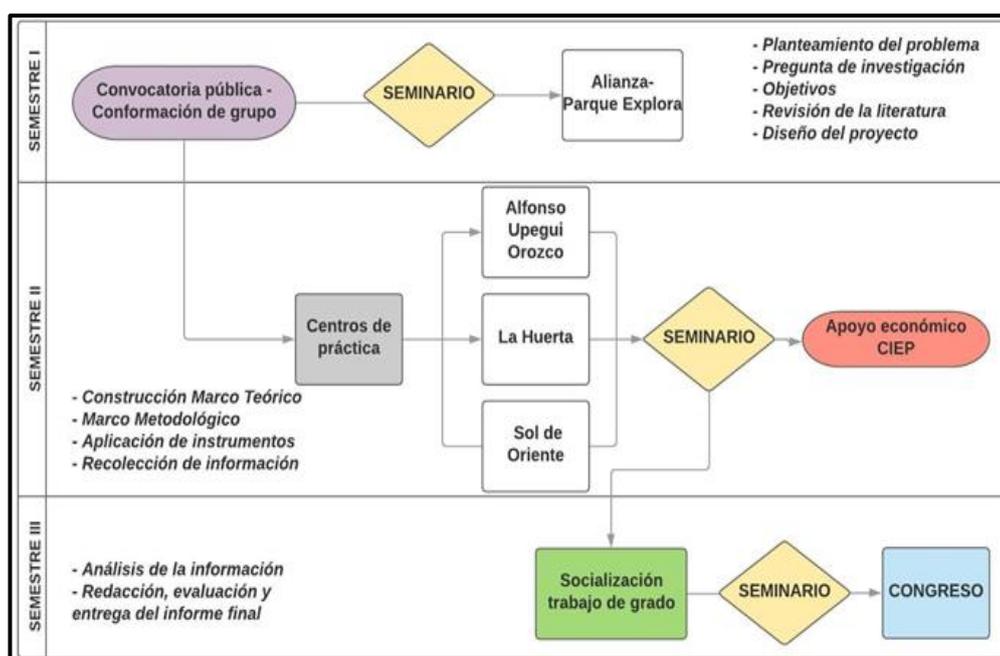
#### 4.4.1. Contexto.

Este trabajo se desarrolló a lo largo de tres semestres durante los años 2017 y 2018, tal y como se presenta en la tabla 16.

**Tabla 16.** Niveles definidos para la práctica pedagógica en la versión 2 del programa.

Nivel	Espacio de formación	Créditos	Seminario (h)	Centro de práctica (h)
VIII	Práctica pedagógica I	06	4	Mínimo 6
IX	Práctica pedagógica II	06	4	Mínimo 6
X	Trabajo de grado	04	2	No asiste

El programa se implementó con un grupo de ocho estudiantes, siete mujeres y un hombre con edades que oscilaban entre los 22 y los 30 años, en los cuales se conformaron cuatro grupos de trabajo. Para la puesta en marcha de la línea se siguió la ruta presentada en la figura 4; en ella se destaca la importancia del Seminario como espacio de conceptualización alrededor de asuntos como la docencia, la investigación y el componente pedagógico-didáctico, el rol del Parque Explora para el diseño del proyecto, los centros de práctica en los cuales se aplicaron los proyectos, el Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP) y la socialización de los proyectos aplicados; además, se presentan en *itálica*, los resultados esperados al finalizar cada semestre.



**Figura 4.** Proceso general de Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado.

Fuente: Elaboración propia

El Seminario correspondiente al Trabajo de Grado (2 horas semanales) se concentró en la sistematización y análisis de la información recolectada y en la versión final del trabajo de grado.

Teniendo en cuenta el carácter cualitativo de este informe, se utilizó una rúbrica definida por el comité de práctica para hacer seguimiento al trabajo de cada grupo y cualificar la producción académica de los maestros en formación, la cual se retomó durante los tres semestres como una ruta para atender a los criterios de calidad establecidos para la redacción del trabajo de grado y que contempló aspectos formales para la presentación del texto (diseño, referencias, redacción y ortografía) , aspectos relacionados con la calidad académica del texto (revisión de literatura, problema, objetivos, metodología, consistencia interna) y aspectos referidos al aporte a la formación y al campo de conocimiento (importancia del ejercicio investigativo, aportes y nuevas preguntas)

Previo a la discusión de los resultados, se considera necesario presentar la estructura curricular, las estrategias empleadas en los diferentes niveles, el seminario y los centros de práctica. Luego, para la presentación de resultados, se muestran los proyectos formulados y las estrategias de adquisición de recursos y de socialización, se presentan a modo de ejemplo algunos elementos de un proyecto ejecutado, los resultados de la evaluación por pares y la percepción de los maestros durante el proceso seguido.

Se cree que cada uno de los elementos anteriores, forman parte de la apuesta por utilizar el ABPy como una estrategia pedagógica potente para formar maestros que privilegien estrategias de enseñanza que partan de las necesidades de los estudiantes y que consideren, además, las inquietudes y retos educativos de cada una de las instituciones educativas que tuvieron la función de Centro de Práctica, respetando sus Proyectos Educativos Institucionales (PEI) y sus modelos pedagógicos particulares.

#### **4.4.2. Estructura curricular.**

Para el desarrollo de los cursos, se diseñó una propuesta curricular (ver tabla 17) basada en ejes problemáticos que apuntaban a la conceptualización alrededor del Aprendizaje Basado en Proyectos, aspectos pedagógico-didácticos y metodología de la investigación.

En esta propuesta se destaca la inclusión durante el primer semestre del Parque Explora como Centro de Práctica, un espacio de ciudad que abrió sus puertas para entregar a los estudiantes herramientas de base teórica y metodológica, las cuales fueron un complemento importante para el diseño y posterior aplicación de los proyectos de investigación.

**Tabla 17.** Estructura curricular definida para Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado.

Nivel	Ejes problemáticos	Productos	Tiempo (h)
VIII 2017/2	<i>Aprendizaje basado en proyectos y su consolidación como estrategia pedagógica.</i> Se abordan en este eje cuestiones relacionadas con las características del ABPy, su aplicación en el ámbito educativo, los retos que supone el trabajo por proyectos, estándares del ABPy, además de los referentes nacionales e internacionales sobre ABPy.	Diarios pedagógicos, participación en foros y club de lectura, exposiciones, fichas bibliográficas. Avances del proyecto: planteamiento del problema, objetivos, justificación y cronograma,	24
	<i>Dinámicas escolares.</i> Se pone el énfasis en el diario de campo, el diario pedagógico y el diagnóstico institucional.	antecedentes, estado del arte, marco teórico y diseño metodológico.	10
	<i>El rol del maestro investigador.</i> Se abordan situaciones y preguntas relacionadas con: cómo investigar en el aula y cuáles son los modelos pedagógicos y didácticos que se privilegian en la investigación.	Autoevaluación, coevaluación y evaluación del docente cooperador.	16
	<i>Estrategias para la formulación de problemas.</i> Se presentan estrategias para la formulación de problemas de investigación, metodologías de investigación y el proceso general de la investigación.	Generalidades del aprendizaje basado en proyectos (ABPy) y diseño preliminar	26
	<i>Centro de práctica:</i> Parque Explora		6h/sem.
IX 2018/1	<i>Aprendizaje basado en proyectos y su consolidación como estrategia pedagógica.</i> Se abordan en este eje cuestiones relacionadas con sus características, aplicación en el ámbito educativo, los retos que supone el trabajo por proyectos, estándares del ABPy, además de los referentes nacionales e internacionales sobre ABPy.	Diario Pedagógico. Elaboración de prototipo. Exposiciones.	24
	<i>Dinámicas escolares.</i> Articulación entre las planeaciones escolares, el diseño y desarrollo de los proyectos que se han construido y el enlace con la teoría de aprendizaje significativo.	Avances del proyecto: marco teórico, diseño metodológico, instrumentos de recolección y análisis de la información y resultados parciales.	10
	<i>El rol del maestro como investigador.</i> Se abordan situaciones relacionadas con el rol del maestro investigador y se atienden preguntas relacionadas con: cómo investigar en el aula, cuáles son los modelos pedagógicos y didácticos que se privilegian en la investigación y la relación entre investigación en el aula e investigación de estudio de caso. Además, se presentan estrategias para la formulación de problemas y metodologías de investigación, métodos de recolección y triangulación de la información.	Autoevaluación, coevaluación y evaluación del docente cooperador.	42

	<i>Centro de práctica:</i> distintas Instituciones Educativas de la ciudad, como La Huerta, Alfonso Upegui Orozco y Sol de Oriente.	Levantamiento de diagnóstico para reconocimiento del contexto y aplicación de proyectos.	6h/sem.
X 2018/2	<i>Estrategias de análisis de la información.</i> Identificación de información relevante para la investigación. Elaboración de redes sistémicas (tendencias de respuesta), software de análisis cualitativo Atlas. Ti. Técnicas de transcripción. Organización de la información: Codificación y categorización. Interpretación de la información y teorización. Criterios de Credibilidad de la Investigación cualitativa: diferentes formas de triangulación, juicio de pares y de expertos	Seguimiento (asesorías y entrega de actividades propuestas) Avances del proyecto: marco teórico, diseño metodológico, instrumentos de recolección y análisis de la información, resultados y conclusiones.	38
	<b>Elaboración de las Conclusiones e Informe final.</b> Pautas para elaborar las referencias bibliográficas. Redacción del informe final. Cómo se presenta el informe y se socializa. Normas APA	Trabajo escrito Autoevaluación	60

*Fuente: Elaboración propia*

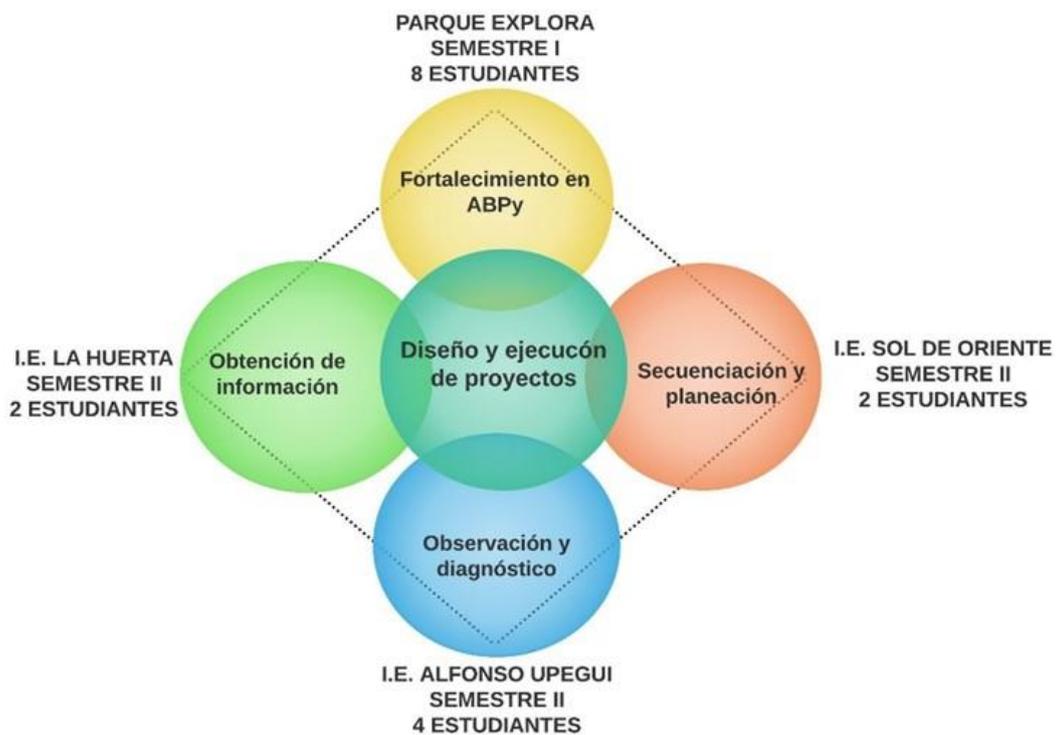
Para el nivel VIII, se esperaba que los maestros en formación tuvieran una aproximación a la estrategia seleccionada y realizaran ejercicios de acercamiento a los fenómenos de estudio, desde el levantamiento de un estado de la cuestión, hasta la formulación de un problema de investigación y unos objetivos. Uno de los principales productos en este sentido, fue la elaboración de un diseño inicial de proyecto, orientado por las características de un proyecto propuestas por el Buck Institute for Educación (BIE), guiado por el Parque Explora y consolidado en el Seminario. Además, en el nivel IX y gracias al acercamiento con las diferentes realidades educativas, se lograron realizar las adaptaciones necesarias para iniciar el proceso de implementación del proyecto, el cual incluyó la aplicación de diferentes instrumentos para la recolección de la información (instrumento de indagación de ideas previas, entrevistas, cuestionarios, entre otros). Y, en el último nivel, el análisis de los datos y la elaboración del informe final exigieron a cada maestro en formación dedicación en la escritura y la necesidad de triangular los componentes teóricos para ganar en rigurosidad y coherencia conceptual.

#### **4.4.2.1. Seminarios y centros de práctica.**

En cuanto a los seminarios se siguió una metodología de trabajo basada en los principios del ABPy, es decir, se otorgó voz y voto a los maestros en formación, se partió de preguntas investigables y se propiciaron espacios de reflexión, crítica y revisión. Algunas de las actividades desarrolladas para cumplir con lo anterior, consistieron en la participación en un club de lectura, en el cual cada estudiante presentaba una infografía sobre las temáticas

propuestas en los diferentes ejes temáticos, se elaboraron exposiciones, recibieron charlas de expertos y se identificaron los elementos de investigación necesarios para la construcción del Trabajo de Grado. Cada grupo eligió una temática de estudio y se realizaron procesos de coevaluación. Además, los instrumentos elaborados durante el proceso fueron validados por expertos y se acogieron a principios éticos.

Para comprender mejor la dinámica de trabajo en cada semestre y en los centros de práctica, en la figura 5 se presentan los elementos principales que fueron abordados desde los Centros de práctica y la distribución de los estudiantes en cada uno de ellos. En este sentido, intentamos ser muy cuidadosos con los momentos definidos desde la Facultad de Educación, ya que, para esta propuesta en particular, el primer momento de visita a Centros de práctica, que comúnmente se realiza a Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín, fue gestionado mediante la modalidad de pasantía en el Parque Explora (centro de difusión y promoción científica y tecnológica de la ciudad de Medellín), un referente para la ciudad en términos del diseño de proyectos, el desarrollo de una feria de ciencia y su apuesta por innovar a través de un parque - museo con múltiples salas interactivas.



**Figura 5.** Centros de práctica y actividades principales. Fuente: Elaboración propia

Es importante aclarar que durante el tercer semestre los maestros en formación no asisten a los Centros de práctica y centran la atención en la redacción del informe final de su Trabajo de Grado. Bajo esta perspectiva, en los Centros de práctica se hizo énfasis en la aplicación de los proyectos y la recolección de la información.

#### 4.4.3. Actividades principales.

A continuación, se describen las actividades desarrolladas durante el proceso de práctica pedagógico en la línea de investigación en Aprendizaje Basado en Proyectos, que también se constituyen en insumos de información para el análisis del proceso desarrollado:

- a. *Club de Lectura*. El club de lectura fue una estrategia para acercar a los estudiantes al reconocimiento de las características de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy). Cada maestro recibió un artículo de investigación, que fue presentado en cada una de las sesiones del seminario utilizando la infografía como medio de exposición.
- b. *Bases de datos y programas de gestión y análisis de la información*. Se accedió a un curso dirigido por la biblioteca universitaria para el manejo de bases de datos y recursos propios del sistema de la Biblioteca de la Universidad de Antioquia (OPAC). Además, se trabajó con los estudiantes algunas herramientas básicas de Atlas.Ti como software de análisis cualitativo y Mendeley como un espacio para la gestión de la información recolectada durante la revisión literatura.
- c. *Fichas bibliográficas*. La construcción de fichas bibliográficas fue una estrategia que permitió la identificación de unidades de análisis que permitieron elaborar la revisión de la literatura y el marco teórico.
- d. *Exposiciones*. Las presentaciones se enfocaron en elementos de orden metodológico; en ellas se habló sobre la idea de investigación, la justificación, la formulación de preguntas y objetivos, la construcción del marco teórico, la metodología de investigación y el análisis de la información.
- e. *Diario pedagógico*. El diario pedagógico fue un insumo valioso para narrar los momentos vividos en los centros de práctica; cada estudiante llevó un documento que no solo sirve como evidencia de participación en las actividades diarias de las instituciones educativas, sino que, además, fue un insumo para los análisis particulares de cada investigación.
- f. *Asesorías*. Las asesorías como espacio de dialogo y retroalimentación, se constituyó en un escenario de intercambio de conocimientos y construcción conjunta de los diferentes momentos del trabajo de grado. Cada uno de los espacios dispuestos (presenciales y virtuales), permitieron centrar la atención en cada trabajo desarrollado.
- g. *Pasantía Parque Explora*. La modalidad de pasantía dispuesta por el Parque Explora permitió a los maestros en formación, durante el primer semestre, generar un acercamiento al diseño de la propuesta de intervención, aprovechando la experiencia del parque; los maestros en formación tuvieron la posibilidad de fortalecer sus

conocimientos sobre ABPy, con base en las características esenciales para el diseño de proyectos, descrita por el Buck Institute for Education (BIE)

- h. *Congresos y eventos de socialización*. Al finalizar cada semestre académico, los maestros en formación presentaron avances de su proceso investigativo en un espacio definido por la Facultad de Educación; además, la participación en eventos académicos permitió compartir ideas y socializar resultados.
- i. *Evaluación de pares*. Como estrategia definida por el programa de formación, los trabajos de grado fueron evaluados por pares académicos, los cuales dieron su opinión y valoración de cada uno de productos. Este insumo permitió mejorar y afinar el trabajo de cada grupo.
- j. El análisis de los datos recolectados a través de la implementación es necesario, en la medida en que nos ayuda a comprender la intención principal del presente trabajo. Como menciona Hernández et al. (2010) debemos tener presente que los datos que se reúnen están desestructurados y es nuestra prioridad dotarlos de una estructura que nos permita ver convergencias y divergencias en la información para su posterior análisis.

Para llevar a cabo dicho análisis de datos fue pertinente entonces partir de considerar que “la recolección y el análisis ocurren prácticamente en paralelo” (Hernández, et al., 2010, p. 439), y en esa medida es adecuado tener presente cómo se debe comprender el análisis de contenidos para su desarrollo. De este modo, como señala Andréu (2002) entendemos que el análisis de contenido “es una técnica de interpretación de textos, (donde) el denominador común de todos estos materiales es su capacidad para albergar un contenido que leído e interpretado adecuadamente nos abre las puertas al conocimiento de diversos aspectos” (p. 2). En ese sentido, es tarea fundamental de los investigadores realizar una interpretación coherente para encontrar elementos decisivos en el desarrollo del trabajo, teniendo siempre presente la vinculación de estos hallazgos con los objetivos planteados inicialmente y por ende en relación con la pregunta de investigación.

De este modo, se puede evidenciar que es el investigador quien da significado a los datos encontrados en la investigación, y por ello se hace necesario establecer unos tópicos que permitan organizar la información que ha sido recogida durante el proceso; por lo que es adecuado distinguir entre categorías -que son definidas en sí mismas- y subcategorías que abarcan aspectos específicos de la categoría (Cisterna, 2005). Así pues, en cada uno de los estudios, se presentan estos elementos.

## CAPÍTULO 5

### ESTUDIO 1

#### *Prueba piloto: “proyecto pajarito sale a la luz”*

En este capítulo, se presenta la aplicación de un proyecto denominado “Pajarito sale a la luz”, una apuesta por acercar a los estudiantes participantes a la comprensión de los conceptos asociados al campo de la electricidad y principalmente, a los circuitos eléctricos. Como estudio piloto, se ponen a prueba algunos de los elementos conceptuales considerados en el marco teórico y se constituye en un estudio que permitirá ahondar en las características del ABPy y en el reconocimiento de posibles relaciones entre esta estrategia pedagógica y la Teoría del Aprendizaje Significativo.

Este proyecto involucra un conjunto de actividades alrededor de las energías alternativas y se basa en el trabajo de problemáticas identificadas por los estudiantes y propias del contexto de aplicación. Además, se realizan acciones para promover la argumentación y el trabajo grupal.

Los objetivos del proyecto “*pajarito sale a la luz*” son los siguientes:

1. Valorar la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos en el aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto electricidad y particularmente los circuitos eléctricos.
2. Elaborar un diagnóstico sobre el nivel de argumentación de los estudiantes como insumo para la planificación de actividades que involucran el desarrollo de esta habilidad en un segundo estudio.

3. Valorar la influencia de las actividades desarrolladas en un proyecto en las dinámicas del trabajo grupal, con base en las percepciones de los participantes y el material elaborado.

### **5.1. Contexto.**

Este estudio se realizó con un grupo de 40 estudiantes del grado Décimo de Educación Media (17 Mujeres y 23 Hombres) con edades que oscilaban entre los 14 y los 17 años y pertenecientes a la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, una institución con características rurales y perteneciente al sector oficial. Con ellos se aplicó un estudio de Caso instrumental (Stake, 1998). El caso de estudio o unidad de análisis estuvo determinado por un grupo de ocho estudiantes seleccionados al azar del curso de Ciencias Naturales-Física, cada uno de ellos pertenecientes a grupos distintos conformados por cinco estudiantes.

Al tratarse de una prueba piloto, se pretendía ver el comportamiento de la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en tres sentidos, las dinámicas de trabajo grupal, su nivel de argumentación y el aporte de las actividades del proyecto al aprendizaje del concepto electricidad y particularmente sobre los circuitos eléctricos.

El estudio se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2016, entre los meses de julio y septiembre, y contempló 10 semanas de trabajo con una dedicación de cinco horas semanales. El proyecto tuvo como título “Pajarito sale a la luz”.

### **5.2. Fases del estudio.**

Este estudio, entendido como una “prueba piloto”, consideró asuntos rastreados en la revisión de la literatura y en el marco teórico para generar un proyecto de intervención directa en el aula de clase, buscando resaltar la interacción profesor-alumno-proyecto en el proceso de aprendizaje de conceptos relacionados con la electricidad y particularmente, sobre los circuitos eléctricos.

“Pajarito sale a la luz” se diseñó en tres fases o momentos: Brainstorming, ejecución y socialización. En cada uno de estos momentos, se recopiló la información necesaria para atender a los propósitos del estudio. En la tabla 18, de forma resumida, se presentan las diferentes etapas, las actividades, los instrumentos de recolección de información, objetivos y duración.

**Tabla 18.** Actividades e instrumentos de recolección de información, Estudio I

Fase	Actividades e instrumentos de recolección	Objetivo	Duración
	a. Cuestionario de indagación	Identificar las dificultades conceptuales de los estudiantes a través de la indagación de ideas precisas	2h
<b>Brainstorming</b>	b. Pregunta orientadora, acuerdos, roles y lluvia de ideas	Establecer una ruta de trabajo para la ejecución adecuada del proyecto	4h
<b>Ejecución</b>	c. Historia de la electricidad	Identificar elementos teóricos que muestren los cambios que han sufrido los conceptos de electricidad y específicamente <i>corriente</i> a través de la historia.	4h
	d. Revisión de información	Indagar en diferentes fuentes sobre circuitos eléctricos y el impacto ambiental de la electricidad.	10h
	e. Laboratorios circuitos eléctricos	Identificar los componentes de un circuito eléctrico, su funcionamiento y los efectos que produce.	4h
	f. Elaboración de maqueta	Elaborar un prototipo de maqueta para explicar el funcionamiento de un circuito eléctrico que utiliza energías alternativas.	12h
	g. Modelo de argumentación	Acercar a los alumnos al modelo de argumentación propuesto por Toulmin como alternativa para la generación de explicaciones cercanas al campo científico.	4h
	h. Redacción del informe	Utilizar la información recolectada durante el proceso para la escritura de un informe final.	6h
	i. Asesorías	Realizar procesos de retroalimentación como una oportunidad de mejora de los productos del proyecto.	6h
<b>Socialización</b>	j. Feria de la ciencia	Socializar los resultados del trabajo realizado durante el proyecto.	4h
	k. Cuestionario final l. Entrevista semiestructurada	Detectar la posible evolución de los alumnos en la comprensión de conceptos asociados al fenómeno eléctrico.	2h

### **5.3. Asuntos iniciales en relación con la categorización y codificación de la información.**

Como ya se mencionó el análisis en este trabajo es de tipo cualitativo. La selección de los participantes se realizó al azar, uno de cada grupo de trabajo (8 en total), identificados con la letra E acompañada de un número. Además, se seleccionaron, para algunos momentos del análisis y también al azar dos grupos de trabajo denominados G1 y G2. En ambos, a partir de un instrumento, se analizaron las percepciones de los estudiantes respecto al trabajo en grupo, así como algunos de los productos entregados (Informe final, maqueta y socialización). Para la actividad relacionada con la argumentación, todos los grupos fueron tomados para el análisis.

En el presente estudio se pretende valorar, desde un análisis cualitativo, la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en el aprendizaje de los estudiantes sobre electricidad y particularmente sobre circuitos eléctricos. En este sentido, se presentan evidencias de aprendizaje analizadas desde tres componentes. Desde lo conceptual, se toma como referente los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) que contemplan indicadores como: “verifico la conducción de electricidad o calor en materiales, identifico las funciones de los componentes de un circuito eléctrico, identifico y establezco las aplicaciones de los circuitos eléctricos en el desarrollo tecnológico y su impacto en la vida diaria”. Desde lo procedimental (desarrollo de destrezas y habilidades) se contemplan actividades como la práctica experimental y la salida pedagógica, como acciones que potencien la habilidad para identificar problemas, manejar instrumentos y seleccionar y sistematizar información. Desde lo actitudinal, provocando la sensibilización en la identificación de factores de contaminación en el entorno y el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos, como asuntos que permitan mejorar en los estudiantes la actitud hacia el aprendizaje de la electricidad.

Para el análisis e interpretación de los datos cualitativos se utilizaron diferentes categorías atendiendo a los temas principales planteados en este estudio en relación con la electricidad y los circuitos eléctricos, sin embargo, los estudiantes durante la fase de “brainstorming” propusieron trabajar a partir del uso de energías limpias. Además, algunos aspectos relacionados con el trabajo grupal y los argumentos de los estudiantes también son revisados en este análisis.

En este sentido, para el tratamiento de la información se utilizaron cinco categorías (ver tabla 19), dentro de las cuales se discriminaron una serie de subcategorías, algunas apriorísticas y otras emergentes (‘la importancia de la electricidad para el hombre’ o ‘el uso de energías alternativas’). Esto permitió hacer manejable el cúmulo de información recogida y presentar los resultados en función de los objetivos propuestos. Además, se identificaron

dificultades y aciertos relacionados con el uso del ABPy como estrategia pedagógica, que fueron tenidas en cuenta para el diseño de un segundo estudio.

**Tabla 19.** Sistema de categorías (E, CE, EA, AE y TG) y subcategorías y sus respectivas definiciones.

DOMINIO CONCEPTUAL SOBRE ELECTRICIDAD (Categoría E)	
Subcategoría	Definición
Definición del concepto electricidad	Se refiere a la manera como los estudiantes conceptualizan el significado de 'electricidad' y cuáles son los ejemplos que utilizan para explicarla.
Importancia de la electricidad para el hombre	Se refiere a la identificación de máquinas y aparatos eléctricos de su entorno, su aplicación, usos e importancia para el hombre.
DOMINIO CONCEPTUAL SOBRE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS (Categoría CE)	
Componentes de un circuito eléctrico (CCE)	Se refiere a la identificación de los elementos de un circuito (pilas, bombillas, resistencias), las conexiones, el reconocimiento de materiales aislantes y conductores y la diferenciación entre circuitos en serie, en paralelo y mixtos.
Magnitudes físicas (MF)	Se refiere al análisis y predicción del comportamiento de las magnitudes físicas (voltaje, intensidad, resistencia) involucradas en los circuitos eléctricos.
Efectos producidos por la corriente eléctrica en un circuito eléctrico (ECE)	Se refiere a los efectos de movimiento, luz, calor, y en general a lo que se produce cuando se conecta el circuito eléctrico de una máquina o aparato específico.
Nomenclatura e instrumentos de medición (NI)	Se refiere a las representaciones simbólicas de los circuitos. Manejo del voltímetro y el amperímetro. Medidas.
Funcionamiento de un circuito eléctrico (FCE)	Se refiere a la comprensión de los mecanismos necesarios para que un circuito eléctrico funcione adecuadamente.
ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (Categoría EA)	
Tipos de Energías alternativas (eólica, solar, biomasa...)	Se refiere a cómo los estudiantes utilizan los diferentes tipos de energías (cinética, potencial) y mecanismos de obtención de las mismas (tensión mecánica, materia orgánica, paneles solares...) para la producción de electricidad y cómo valoran su repercusión en el medio ambiente.
ARGUMENTOS DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA ELECTRICIDAD Y LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS (Categoría AE)	
Preguntas formuladas y nivel de argumentación.	Se refiere a las preguntas formuladas por los estudiantes y que luego fueron la base para la construcción de argumentos.
TRABAJO GRUPAL (Categoría TG)	
Cumplimiento de los roles y percepción de los participantes	Se refiere al cumplimiento de las tareas específicas de cada estudiante dentro de su grupo y cómo perciben el trabajo grupal.

#### **5.4. Recolección de la información inicial.**

Para planificar un Proyecto es necesario partir de las necesidades educativas propias del contexto escolar, y después, seleccionar materiales, secuenciar y planificar adecuadamente las actividades que puedan ser potencialmente significativas para los estudiantes. Teniendo en cuenta estas ideas, se diseñó el Proyecto denominado “Pajarito sale a la luz, como una apuesta por acercar a los estudiantes del sector rural denominado Pajarito, perteneciente a la ciudad de Medellín, Colombia, a la comprensión de cuestiones y fenómenos relacionados con la temática ‘electricidad’ incluidos en los Estándares Básicos de Competencias (2004) definidos en el currículum oficial de Ciencias Naturales para el entorno físico y trabajando con fuentes de energías alternativas.

En concordancia con la Teoría del Aprendizaje Significativo, en esta primera fase se identificaron las ideas alternativas disponibles en la estructura cognitiva de los estudiantes en relación con la electricidad y los circuitos eléctricos, su grado de apropiación y las relaciones que puedan establecer entre ellos. Para ello se utilizaron como instrumentos de indagación, un cuestionario con preguntas abiertas y una entrevista semiestructurada, que fueron aplicados en la etapa inicial realizada con un grupo de 40 estudiantes, de los cuales ocho se constituyeron en Casos de análisis. Las actividades del proyecto se desarrollaron como parte de la programación académica definida para el periodo escolar de los estudiantes.

#### **5.5. Resultados y análisis de la información.**

Para la presentación de los resultados y su respectivo análisis se toman como base las categorías de la tabla 19. La información obtenida, se trianguló con diferentes instrumentos (entrevistas, cuestionarios, notas de campo, entre otros) para brindar información coherente y tratada desde diferentes fuentes de recolección. Se presenta además la información, utilizando tablas, gráficos y esquemas que permitan visibilizar los asuntos principales de este estudio.

Este análisis no se centra en describir los resultados obtenidos en cada actividad, por el contrario, agrupa la información en las categorías ya descritas y la analiza a la luz de lo obtenido en el proyecto. Sin embargo, se precisan para analizar cada categoría, los instrumentos y las actividades que permitieron recolectar la información.

##### **5.5.1. Dominio conceptual sobre electricidad (Categoría E).**

A través de un cuestionario inicial se formularon un conjunto de preguntas relacionadas con las categorías apriorísticas descritas como “E” y “CE” para conocer las ideas de los estudiantes sobre electricidad (E) y circuitos eléctricos (CE). Las respuestas de los ocho estudiantes, en la fase inicial, fueron clasificadas en tres asuntos: i) definiciones de la electricidad relacionadas con el concepto energía, ii) usos que el hombre da a la electricidad y

iii) componentes de los circuitos eléctricos o conceptos pertenecientes al campo conceptual de la electricidad (Ver tabla 20).

**Tabla 20.** Asuntos emergentes sobre el dominio conceptual de electricidad (E) en la fase inicial del proyecto.

ASUNTOS EMERGENTES				
Energía	E2, E7, E17, E29, E34, E36	No se extingue, se transforma		E29
Usos	Proyectar luz	E2, E7		
	Cocinar	E2		
	Aparatos Eléctricos	E2, E13, E17, E34	Computadora	E17
			Celular	E17, E34
Nevera			E17	
Componentes y conceptos	Polos	E7	Positivo - Negativo	E7
	Circuitos	E21	Necesita energía – Necesita voltaje	E21
	Electrones y neutrones	E34		

Definir la electricidad como un tipo de energía es un tema mencionado en las investigaciones en este campo (Colombo de Cudmani y Fontdevila 1990); en este sentido, la mayoría de los estudiantes relacionan la electricidad con este concepto, pero en sus respuestas las relaciones suelen ser poco precisas, contradictorias y confusas. Por otro lado, cuando utilizan términos como voltaje, polos y circuitos eléctricos, suelen presentarlos como conceptos aislados.

Respecto al uso de la electricidad y su importancia para el hombre, los estudiantes participantes suelen asociarla con tareas cotidianas (para iluminar o calentar) y con el funcionamiento de electrodomésticos y dispositivos familiares.

El mayor avance en las explicaciones de los estudiantes, después de la implementación del proyecto, radica en el hecho de que además de decir que la electricidad es un tipo de energía, aparecen justificaciones relacionadas con los efectos producidos por la electricidad, el uso de metales para la conducción y sobre la corriente eléctrica, por ejemplo, el reconocerla como un flujo de electrones, acercándose sus explicaciones a un plano microscópico.

En esta categoría, buscábamos evidencias sobre lo que los estudiantes entendían sobre el concepto electricidad. En general, podemos afirmar que las relaciones conceptuales se ampliaron gracias a actividades como “la guerra de las corrientes” que, permitió enseñar a los estudiantes que los conceptos científicos tienen un origen histórico y que la ciencia no es

estática ni portadora de verdades absolutas. Al respecto, se debatió sobre preguntas como: ¿qué aspectos económicos del momento influyeron en la guerra de las corrientes?, ¿por qué la corriente alterna superó a la corriente continua?, las cuales fueron valoradas por los estudiantes como una posibilidad para mejorar cuestiones cotidianas. Además, frases surgidas en los debates como “debemos disminuir la cantidad de cableado”, “la corriente alterna reduce la contaminación” o “debemos cuidar los recursos naturales” indican actitudes hacia el cuidado y protección de los recursos. En mapas conceptuales como el presentado en la figura 6 se pueden apreciar.

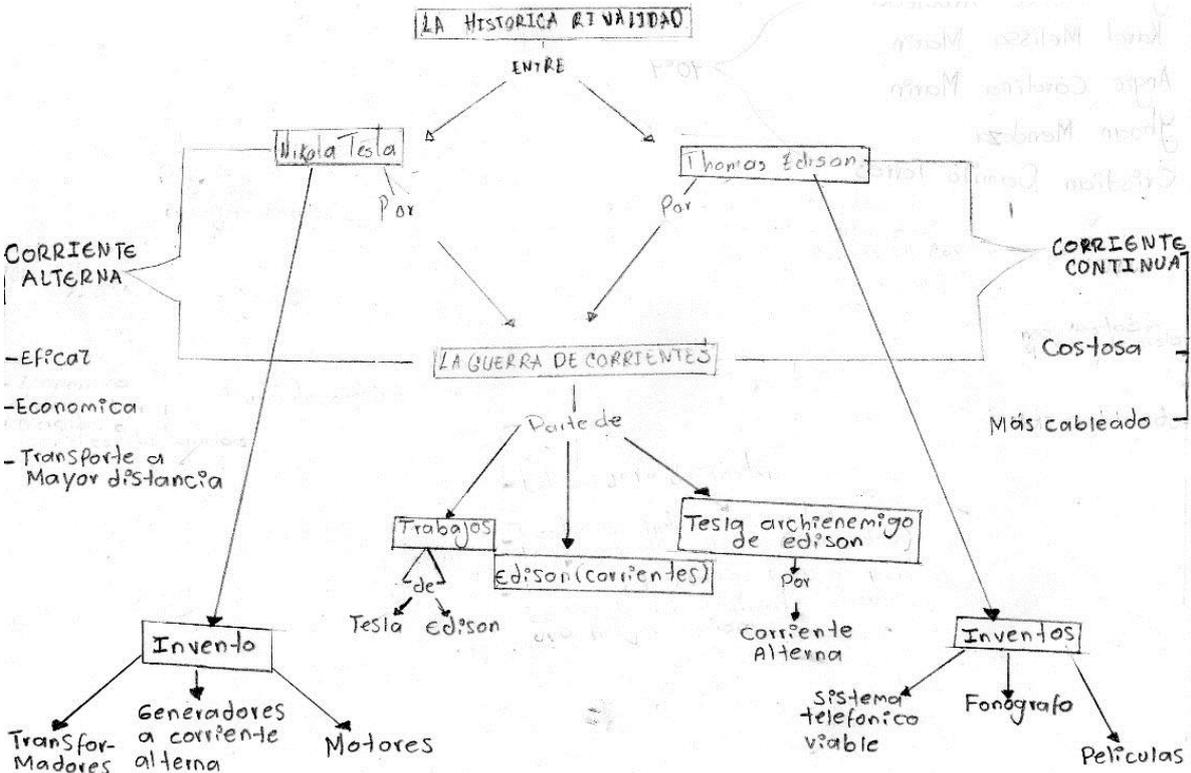


Figura 6. Mapa conceptual de un grupo de estudiantes

En el mapa presentado en este caso por el “grupo Biomasa” se pueden apreciar los elementos privilegiados por los estudiantes, ya que en ningún momento se entregaron insumos específicos para su elaboración, por lo menos desde el contenido. Al respecto, presentan las ventajas y desventajas del uso de un tipo de corriente frente a la otra, apoyados en lo que ellos llaman “la historia de la rivalidad”. Además, mencionan algunos de los productos, derivados del trabajo de Tesla y Edison.

En la Tabla 21 se pueden apreciar los asuntos emergentes para esta categoría. Una de las dificultades encontradas en esta categoría se relaciona con el desconocimiento o la falta de relación entre la naturaleza química de los materiales y la producción, conducción y efectos de la electricidad. Solo los estudiantes E7 y E36 logran establecer claramente una definición

cercana al campo microscópico, al relacionar el flujo de electrones (corriente eléctrica) con la electricidad.

**Tabla 21.** Asuntos emergentes para el dominio conceptual sobre electricidad (E) en la fase final del proyecto

ASUNTOS EMERGENTES					
Definición del concepto de electricidad	Fenómeno o propiedad física (macroscópico) E7, E13, E17, E21	Efectos	Luz	E2, E7, E13, E21, E34	
			Calor	E2, E7, E13, E21	
			Movimiento	E2, E34	
	Energía	E7, E17, E34			
	Corriente eléctrica	E7, E36			
	Conductividad	E2, E21, E29	Metales	E2, E29	
	Carga eléctrica	E17, E29	Rayos	E17	
Estática			E17		
Importancia de la electricidad para el hombre	Funcionamiento	Aparatos electrodomésticos	E2, E7, E17, E21		
		Sistemas	E36		
	Asuntos cotidianos E2, E13, E17, E21, E29, E34				
		Comunicación	E13, E21	Teléfono-Celular	E2, E21
		Transporte	E21	Metro – Auto eléctrico	E21
Entretenimiento	E2	Televisión	E2		

En definitiva, los estudiantes no aprenden al mismo ritmo ni con la misma profundidad, estableciendo relaciones conceptuales diferentes. Pudimos apreciar desde las actividades ejecutadas y la información presentada, que todos los estudiantes mejoran en la construcción del concepto electricidad.

## 5.5.2. Dominio conceptual sobre circuitos eléctricos (Categoría CE).

### 5.5.2.1. Conductores y aislantes

Para identificar ideas cercanas al campo microscópico, se recurre a preguntas que permitan indagar sobre los materiales y la forma como deberían explicar la conducción o no de la corriente eléctrica. Al respecto, se presenta un listado de materiales para que los estudiantes los clasifiquen. De este modo se encontró que no suelen reconocer como

conductores de la electricidad los metales poco utilizados por la industria eléctrica, como el Magnesio (Mg) o el Mercurio (Hg); contrario a lo ocurrido con el Cobre (Cu). En la tabla 22, se presentan los resultados iniciales.

**Tabla 22.** Resultados iniciales

CONDUCTORES		NO CONDUCTORES	
Madera (E17)		Magnesio (E2) (E21)	
Plásticos (E17)		Mercurio (E17) (E21)	
Vidrio (E17)		Oro (E17)	
Cerámica (E17)		Cobre (E17)	
		Hierro (E17) (E34)	
JUSTIFICACIÓN			
Conductor	Características	Metales E2 E13 E36	
		Cables E13	Cobre E13 E 34
		Elementos E17	
	¿Qué conducen?	Energía E2 E13	
		Corriente eléctrica E7	
No conductor	Características	Sólido E2	
		Aislante E36	Plástico E36
		Absorbe energía E7	
		“Gracias a sus características químicas no puede ser conductor” E 34	
NS/NR	Conductores		E21 E29
	No conductores		E13

Al indagar sobre las características de un material conductor o aislante y sobre lo que conducen, tres estudiantes (E2, E12 y E36) mencionan que solo los metales son conductores. Además, uno de estos (E2) menciona que son sólidos y que conducen la energía, en contraste con los no conductores. Otros estudiantes mencionan que los conductores absorben energía (E37), que conducen energía (E2) y E17 lo asocia con la corriente eléctrica.

Las ideas anteriores fueron contrastadas con las actividades e instrumentos finales, obteniéndose que E21 y E36 hacen referencia al flujo de energía y electricidad a través de un conductor y E34 menciona características físicas y químicas de los conductores. Además, se encuentran respuestas del componente microscópico, cuando se habla de la conducción de electrones (E17, E36). Lo anterior se puede contrastar con la tabla 23.

**Tabla 23.** Respuestas sobre el componente microscópico

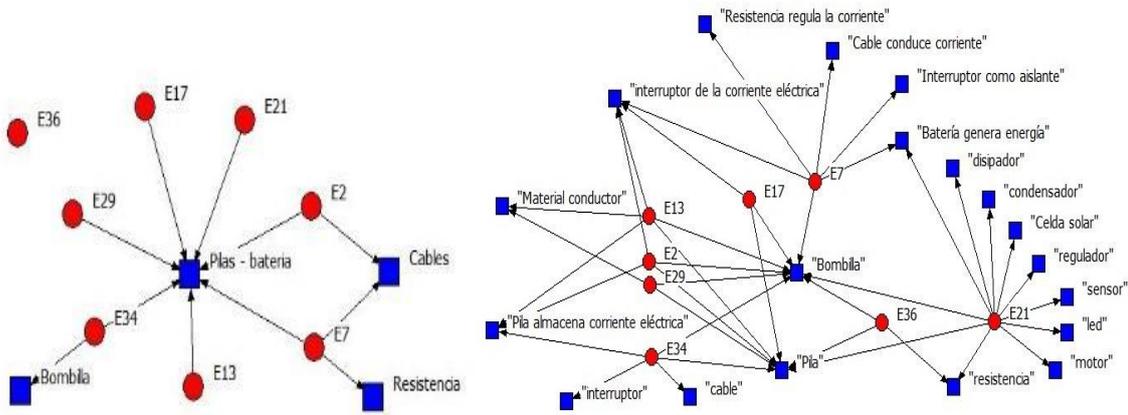
CONDUCTORES		NO CONDUCTORES	
Vidrio (justifica - alta temperatura) E13	Magnesio (E17) (E21) Mercurio (E17)		
JUSTIFICACIÓN			
Conductor	Características	Metales E2,E7,E13,E34,E36	
		No generan resistencia al flujo de	Energía E21 Electricidad E36
		Físicas y químicas E34	
	¿Qué conducen?	Energía eléctrica E2	
		Corriente eléctrica E7	
		Electricidad E7	
		Carga E17 Electrones E17, E36	
No conductor	Características	Sólido E2	
		Aislante E36	Plástico E36
		Absorbe energía E7	
	“no conducen por obvias razones” E34		
NS/NR	E29		

A continuación, se presenta el análisis de lo obtenido durante el estudio sobre los circuitos eléctricos. Aunque se privilegian los contenidos conceptuales, también se describen evidencias de aprendizaje en relación con los conocimientos procedimentales y actitudinales.

#### **5.5.2.2. Análisis de los circuitos eléctricos utilizando el software UCINET.**

Si bien el software UCINET es utilizado habitualmente para el análisis de datos en redes sociales, para este estudio lo hemos empleado para representar las relaciones conceptuales que establecieron los estudiantes seleccionados a partir de las respuestas aportadas en los cuestionarios, inicial y final. Las categorías descritas permiten observar relaciones conceptuales emergentes. Para su comprensión se presentan figuras iniciales y finales con el propósito de revisar la incorporación de conceptos.

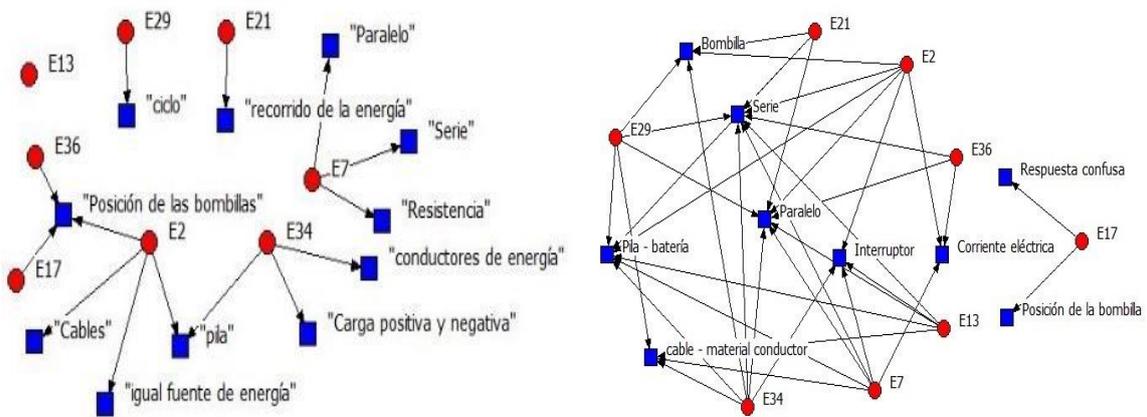
Sobre la subcategoría CCE ‘componentes del circuito eléctrico’ (ver figura 7), la información aportada por los estudiantes fue escasa, remitiéndose a mencionar elementos como los cables, la bombilla o la batería. Las explicaciones que se incorporaron a lo largo del proyecto fueron cada vez más complejas, ya que los estudiantes no se quedaron en el plano descriptivo de las partes del circuito, sino que, intentaron explicar la función de los componentes.



**Figura 7.** Conceptos asociados a la subcategoría CCE, antes y después de la realización del Proyecto

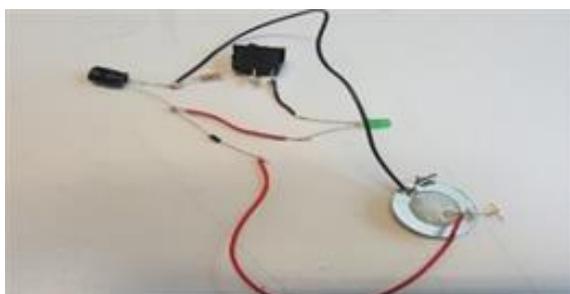
Una cuestión interesante fue el hecho de que algunas de las respuestas, como así se esperaba, dependieron de las particularidades de cada proyecto; por ejemplo, el grupo al cual pertenecía el estudiante E21, pasó de poner solo énfasis en las baterías a mencionar una gran cantidad de componentes, esto se debe a que durante la construcción de su maqueta hicieron uso de muchos dispositivos. Además, el reconocimiento de los interruptores y las resistencias dieron paso a la generación de explicaciones sobre el flujo de electrones en el circuito.

Después de reconocer conceptos asociados a los componentes de un circuito, los estudiantes se preocupan por su funcionamiento (subcategoría FCE). La diferencia entre estas dos subcategorías (ver figura 8) es que los estudiantes, a medida que avanzan en la realización del proyecto, explican que, para que un circuito funcione, ambos deberán estar presentes ya que la batería es una “fuente de poder” y los cables “conducen la electricidad o la energía”, reconociendo que en su ausencia sería imposible su funcionamiento.

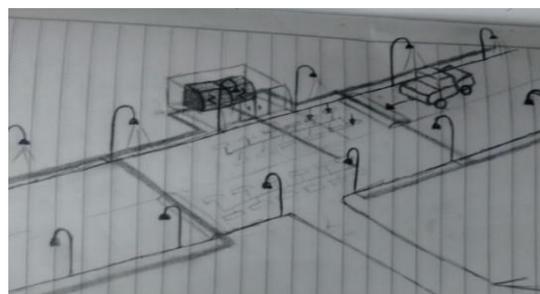


**Figura 8.** Conceptos asociados a la subcategoría FCE, antes y después de la realización del Proyecto

Una de las habilidades que se abordó desde lo procedimental, fue la necesidad de construir circuitos. Al respecto y desde las particularidades de cada proyecto, la mayoría de los estudiantes demostraron dominio para conectar adecuadamente sus componentes. En el caso del proyecto sobre piezoeléctricos (ver figura 9) los estudiantes manifestaron su preocupación por la baja cantidad de voltaje registrado al utilizar el multímetro, lo que los llevó a expresar situaciones como: “debemos mostrar como el piezo puede encender un led” “para que esto funcione debemos tener muchos piezos en serie”. Otro objetivo de tipo procedimental se relacionó con la elaboración de planos y esquemas (ver figura 10), destreza que desarrollaron al realizar salidas pedagógicas por la zona, así como realizar mediciones y pensar en la forma como incorporar los dispositivos.



**Figura 9.** Circuito elaborado por los estudiantes del proyecto “Las hamacas: un sector piezoelectrificado” en el cual consideran el uso de interruptores, resistencias, condensadores y diodos.



**Figura 10.** Esquema elaborado por los estudiantes del proyecto “Las hamacas: un sector piezoelectrificado” considerando cómo los automóviles activarían el sistema piezoeléctrico y estos a su vez abastecerían el alumbrado público.

Otro aspecto emergente, se relacionó con la distinción entre circuitos en serie y en paralelo. Al respecto, la mayoría de los estudiantes en la etapa final lograron identificar sus similitudes y diferencias y explicar la disminución o aumento de luminosidad en las bombillas según estén asociadas. Para ejemplificar las cuestiones descritas, al tomar como ejemplo a E21, se puede notar cómo su definición inicial en relación con el funcionamiento del circuito, se limitaba al “*recorrido de la energía*” por un material específico y unido por algunos componentes (batería, resistencias); sin embargo, posteriormente, incluye en su explicación, el paso de la corriente eléctrica y la distinción adecuada entre circuito en serie y en paralelo. Revisando la relación conceptual antes de la enseñanza (figura 9, izquierda) se aprecian ideas aisladas respecto al funcionamiento del circuito en la mayoría de los estudiantes (E29, E13, E21 y E7); sin embargo, después de realizar el proyecto todos los estudiantes enriquecieron la relación conceptual (figura 10, derecha), en diferentes niveles.

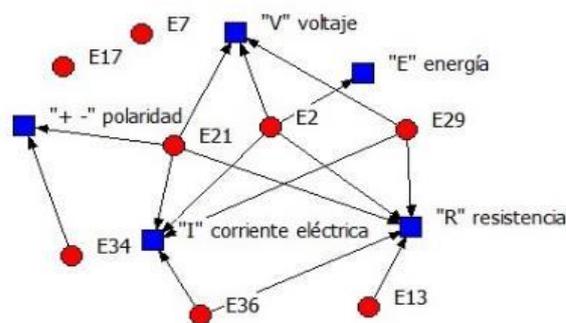
Después de identificar explicaciones relacionados con el funcionamiento de un circuito, se indagó sobre los efectos que produce la corriente eléctrica (subcategoría ECE) que circula por un circuito elaborado correctamente (ver figura 11). Inicialmente los estudiantes

solo reconocían a la luz como único efecto, sin embargo, después de la realización del proyecto identificaron otros, como la generación de calor, sonido y movimiento. Estos efectos fueron identificados por los distintos equipos de trabajo al realizar sus respectivas maquetas (producto final), pues todas debían de incorporar un mecanismo que permitiera evidenciar el funcionamiento del dispositivo, bien un panel solar para calentar agua, un molino para mover un generador, motores, etc...En algunos casos como el estudiante E7 fue necesario aclarar el significado de la palabra ‘efecto’ y posteriormente, logró reconocer la luz, el calor, el movimiento e imantar.

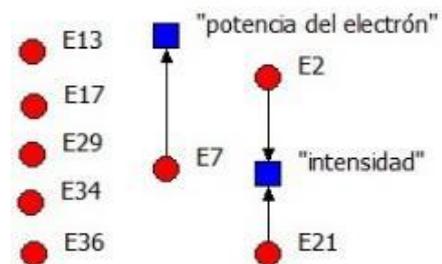


**Figura 11.** Conceptos asociados a la subcategoría ECE, antes y después de ejecución del proyecto

Otros contenidos emergentes que no tuvieron respuesta en la fase inicial, pero que luego aparecieron durante la aplicación, fueron los relacionados con las subcategorías ‘nomenclatura e instrumentos de medición’ (NI) (ver figura 17) y ‘magnitudes físicas’ (MF) (ver figura 18).



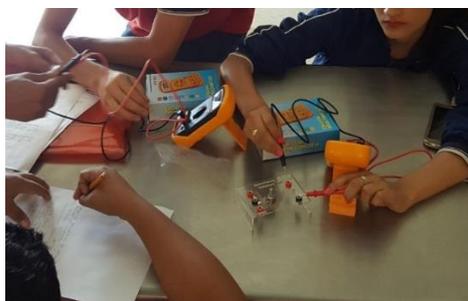
**Figura 12.** Nomenclatura e instrumentos de medición NI



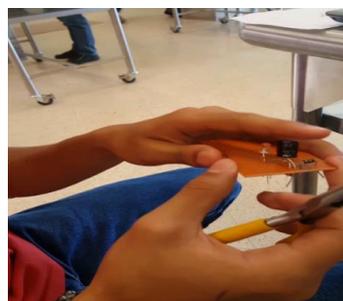
**Figura 13.** Magnitudes Físicas MF

Estos contenidos que fueron complejos de abordar debido a las dificultades de los estudiantes en el manejo de operaciones matemáticas y el escaso reconocimiento de las magnitudes eléctricas tratadas en cursos anteriores. El mayor avance, fue que los estudiantes reconocieran algunos símbolos relacionados con las magnitudes eléctricas, como la intensidad (I), la resistencia (R), el voltaje (V) y el manejo de algunos instrumentos de medición como el multímetro, el cuál fue utilizado para verificar la intensidad de corriente eléctrica y el voltaje.

En la figura 14 se observa a los estudiantes trabajando con el multímetro y tomando algunos registros de diferentes mediciones. Y en la figura 15, E29 manifiesta la ventaja de trabajar con la protoboard para hacer pruebas antes del montaje del circuito.



**Figura 14.** Estudiantes realizando mediciones con el multímetro.



**Figura 15.** Estudiantes explicando el funcionamiento de la protoboard.

Algunas de las actitudes que los estudiantes lograron evidenciar en esta categoría radican en la valoración del trabajo de las personas que se dedican profesionalmente a diseñar, instalar y reparar máquinas e instalaciones eléctricas.

### 5.5.3. Energías alternativas (Categoría EA)

Debido a la cantidad de estudiantes que asocian la electricidad y los circuitos eléctricos con el concepto energía, este proyecto aborda energías limpias para acercar a los estudiantes a la comprensión de los conceptos objeto de estudio. Para esta categoría se solicita a los estudiantes proponer desde sus intereses particulares una forma de energía que va a guiar el desarrollo de su proyecto y la elaboración de los productos del mismo.

Los resultados de esta categoría muestran el conocimiento de tipos de energías limpias y algunas concepciones de los estudiantes sobre ellas. En la tabla 24 se agrupan sus ideas iniciales.

**Tabla 24.** Conocimiento de tipos de energías limpias

Estudiante	Tipo de Energía	Explicación
E2	Solar Eólica Biomasa	<i>“En la vereda pajarito se puede emplear muchas alternativas de energía ya sea solar, energía eólica, energía de biomasa, etc. Todo esto para disminuir la <b>contaminación</b> que creamos con otras fuentes de energía. Me gustaría enfocarme e implementar alguna de estas energías en la fábrica de velas ya que es un gran <b>contaminante</b> en la vereda pajarito.”</i>
E7	Hidráulica Eólica	<i>“Una alternativa podría ser implementar la energía hidráulica en pequeñas quebradas, Ya que al ser una zona rural implica varios estrechos de esta clase. Con este sistema se llevaría a abastecer la zona de alumbrado público o casas aledañas mediante la adaptación de un molino”</i>

E13	Sin definir	<i>“Producción de energía eléctrica a partir de un cultivo de arroz”</i>
E17	Solar	<i>“Mi idea para el proyecto es representar en una maqueta una nueva forma de energía limpia mediante los rayos solares, recrear una vivienda e instalarle algunos paneles solares caseros o ya creados, para implementarlos en esta casa y sustentarla con una energía limpia, tener una conexión para poder ser guardada en una batería”</i>
E21	Eólica Solar	<i>“En este proyecto queremos mirar como en la vereda pajarito el transporte a llegado de una manera <b>contaminante</b>, para esto haremos un proyecto lo cual se enfocará en el metro cable para esto se hará una maqueta la cual tendrá un funcionamiento por medio de: Molinos de vientos y/o Paneles solares”</i>
E29	Eólica	<i>“Una alternativa de energía limpia para la vereda pajarito sería la energía eólica porque está produce energía eléctrica a través del viento, esta energía funcionaría bien en pajarito porque está vereda está ubicada en una zona donde se presentan muchos vientos y esta es una energía renovable que <b>no contamina.</b>”</i>
E34	Biomasa	<i>Elaborar dos maquetas del colegio, una va a representar la sede antigua y la otra el colegio en general con las tres sedes como lo conocemos en la actualidad; la energía que va a llegar a estas maquetas será a partir de Energía de la biomasa</i>
E36	Eólica Hidráulica	<i>“Puede haber energía hidráulica por medio de cascadas en las quebradas de la zona. Con pequeños molinos encima de las casas también podríamos aprovechar la energía eólica”</i>

Durante la primera fase del proyecto, los estudiantes manifestaron su interés por abordar los conceptos asociados a la electricidad, a partir del reconocimiento y uso de energías alternativas. Algunas de las cuestiones valoradas inicialmente fueron:

“En este proyecto queremos mostrar como en la vereda pajarito el *transporte* ha llegado de una manera *contaminante*; para ello haremos un proyecto que se enfocará en el *metro-cable*, construyendo una maqueta que funcione utilizando *Molinos de vientos y/o Paneles solares*” E21

“Puede haber *energía hidráulica* por medio de cascadas en las *quebradas de la zona*. Con pequeños *molinos* encima de las *casas* también podríamos aprovechar la *energía eólica*” E34

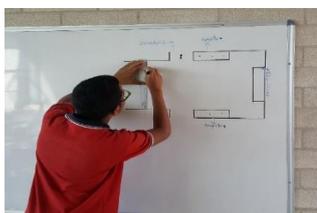
De las propuestas iniciales de los estudiantes sobre los posibles proyectos a realizar se destacan cuestiones relacionadas con problemáticas ambientales y la utilización de energías

alternativas. Después de la selección de las temáticas, cada grupo elaboró una maqueta y un informe escrito como productos principales. En total se elaboraron ocho proyectos, los cuales aparecen en la tabla 25 y fueron presentados en la feria de la ciencia escolar.

**Tabla 25.** Proyectos específicos de cada grupo de trabajo

Energía Seleccionada	Título del proyecto
Biomasa	Desechos orgánicos productores de energía eléctrica
Electromagnetismo	Ciclismo electromagnético como generador de energía eléctrica para la vereda pajarito.
Energía eólica	Obtención de energías limpias en las casas de Puertas del sol por medio de la energía eólica
Hidroeléctrica	El agua como fuente de energía productora de electricidad
Energía solar I	Los paneles solares como una alternativa para la generación de energía eléctrica “estación de metrocable Pajarito”
Energía solar II	“Noche Solar” Alumbrado público a través del uso de paneles solares
Energía solar III	Fuente de riego solar. Sistema de riego con base en energía solar en la vereda Pajarito
Piezoeléctricos	Las hamacas: un sector piezoelectrificado

Desde los contenidos procedimentales, la elaboración de planos (figura 16), el montaje circuitos eléctricos y el diseño y construcción de las maquetas (figura 17) son una muestra de las destrezas adquiridas por lo estudiantes. Al finalizar los productos, los estudiantes manifiestan que *“no fue tan difícil trabajar con los circuitos”, “hubiese quedado mucho mejor si le dedicamos más tiempo”*



**Figura 16.** Estudiantes del proyecto “fuente de riego solar”, testando el funcionamiento del circuito.



**Figura 17.** Estudiantes del proyecto “fuente de riego solar”, testando el funcionamiento del circuito.

#### 5.5.4. Argumentación (Categoría AE).

En este apartado se realiza un análisis de los argumentos transmitidos por los estudiantes a la luz de una pregunta generada por ellos mismos; esta actividad se realizó a partir de la tercera semana cuando cada grupo definió su pregunta orientadora y su trabajo se extendió hasta la octava semana. Para el análisis se retoman algunos asuntos del esquema propuesto en el modelo de argumentación propuesto por Toulmin (D=datos, Q= cualificadores modales, C=conclusión, R=Refutación, G= garantía y S=sustento), ya que se considera necesario motivar al estudiante a entablar un diálogo que le permita construir nuevos significados.

Entendiendo que es una tarea compleja, Buitrago, Mejía y Hernández (2013) mencionan que el diálogo argumentativo favorece el aprendizaje de los alumnos y es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos. Estos últimos, constituyen una base importante del trabajo por proyectos.

En este sentido, en la tabla (26) se presenta el diagnóstico realizado a cada uno de los grupos participantes del proyecto, en la cual se exhibe el tipo de energía seleccionada, la pregunta formulada por ellos, cada uno de los elementos del MAT (amarillo indica presencia, naranja ausencia de información y verde presencia con dificultades o contenido que no se corresponde con el elemento) y el nivel de argumentación de cada grupo con base en la propuesta de Osborne, Erduran y Simon (2004). Posteriormente, se presentan las construcciones elaboradas por cada uno de los grupos utilizando el esquema del MAT.

**Tabla 26.** Diagnóstico realizado a cada uno de los grupos participantes del proyecto

Grupo	Pregunta	Categorías Elementos MAT		Nivel de argumentación
I: Eólico				NS/NR
II: Piezoeléctricos	¿Cómo generar electricidad a partir del uso de mecanismos piezoeléctricos para abastecer el alumbrado público en las Hamacas?	<i>D</i>		2
		<i>Q</i>		
		<i>G</i>		
		<i>C</i>		
		<i>R</i>		
III: Paneles solares 1	¿Cómo se puede producir energía eléctrica a partir de paneles solares?	<i>S</i>		2
		<i>D</i>		
		<i>Q</i>		
		<i>G</i>		
		<i>C</i>		
		<i>R</i>		
		<i>S</i>		

IV: Electromagnetismo	¿Cómo se puede producir energía eléctrica a partir del uso de bicicletas?	D		2
		Q		
		G		
		C		
		R		
		S		
V: Paneles solares 2	¿Puede la energía solar abastecer un sistema de riego en un hogar de la vereda Pajarito?	D		2
		Q		
		G		
		C		
		R		
		S		
VI: Biomasa				NS/NR
VII: Paneles solares 3	¿Cómo podría ponerse en funcionamiento una nueva ruta de metro cable hacia la vereda pajarito a partir del uso de paneles solares?	D		1
		Q		
		G		
		C		
		R		
		S		

### En relación con el grupo II *Piezoeléctricos*

Con base en la información que entregó, clasificamos su nivel de argumentación en 2 (Osborne, Erduran y Simon 2004). Se otorga este nivel debido a que la información que proporcionaron “tiene argumentos que consisten en conclusiones, datos, garantías o sustentos, pero no contiene ninguna refutación”; además, el sustento parece ser más un ejemplo que un apoyo a la tesis construida por los estudiantes.

#### GRUPO 2. PIEZOELÉCTRICOS

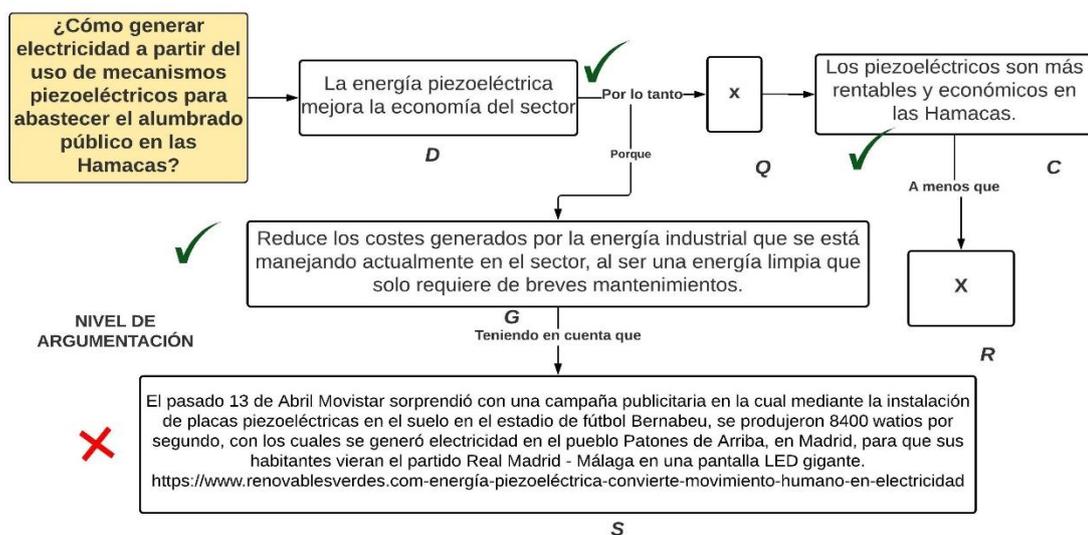


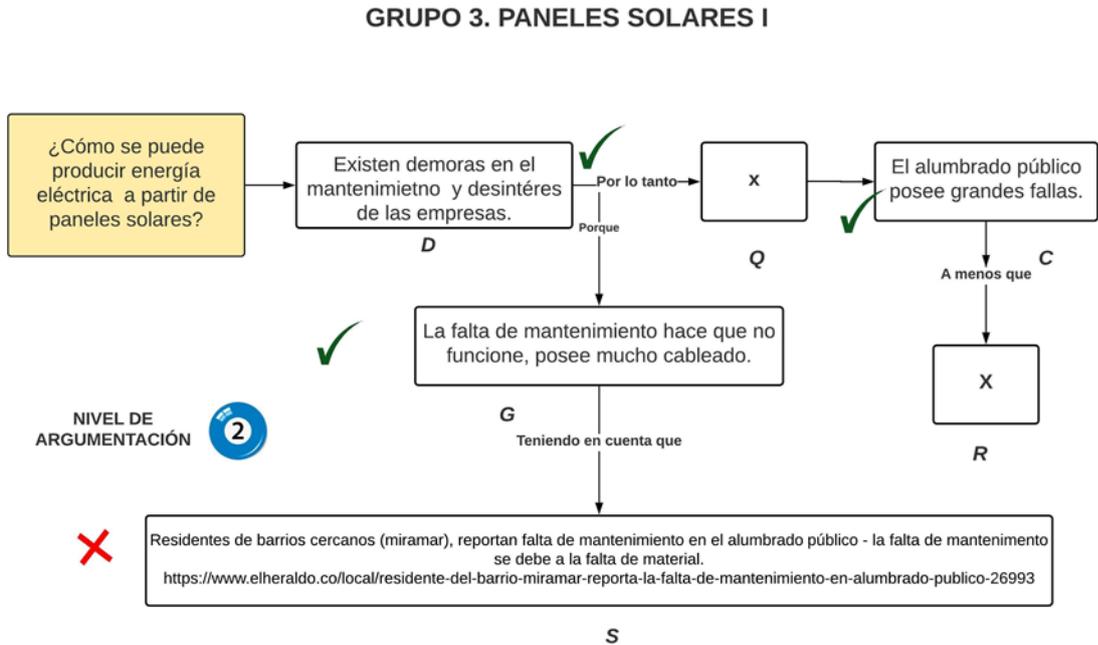
Figura 18. Esquema construido por los estudiantes del grupo

Destacamos que el dato (D, en la figura 18) que utilizaron para la construcción del argumento no se corresponde con la pregunta elaborada, la cual enfatizaba un asunto procedimental (generación de electricidad a partir del uso de piezoeléctricos) y estaba centrada en el abastecimiento del alumbrado público. Sin embargo, resulta interesante apreciar cómo los estudiantes se interesan por temas de tipo económico-social, como los altos costos generados, los que ellos mencionan costos debidos a la “energía industrial” y el reconocimiento de la necesidad de realizar mantenimiento periódico en el sistema piezoeléctrico.

En este sentido, aunque en el esquema no se evidencia el uso de refutaciones, calificadores modales y sustentos adecuados, los estudiantes relacionaron el evento que trabajaron con las necesidades de su comunidad. Las ideas mencionadas en este ejercicio argumentativo sin duda son evidencia del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico-reflexivo.

**En relación con el grupo III Paneles solares I**

Con base en la información que entregó, clasificamos su nivel de argumentación en 2. En este caso no se aprecia uso de calificadores modales o refutadores. En la figura 19 se pueden apreciar los resultados.



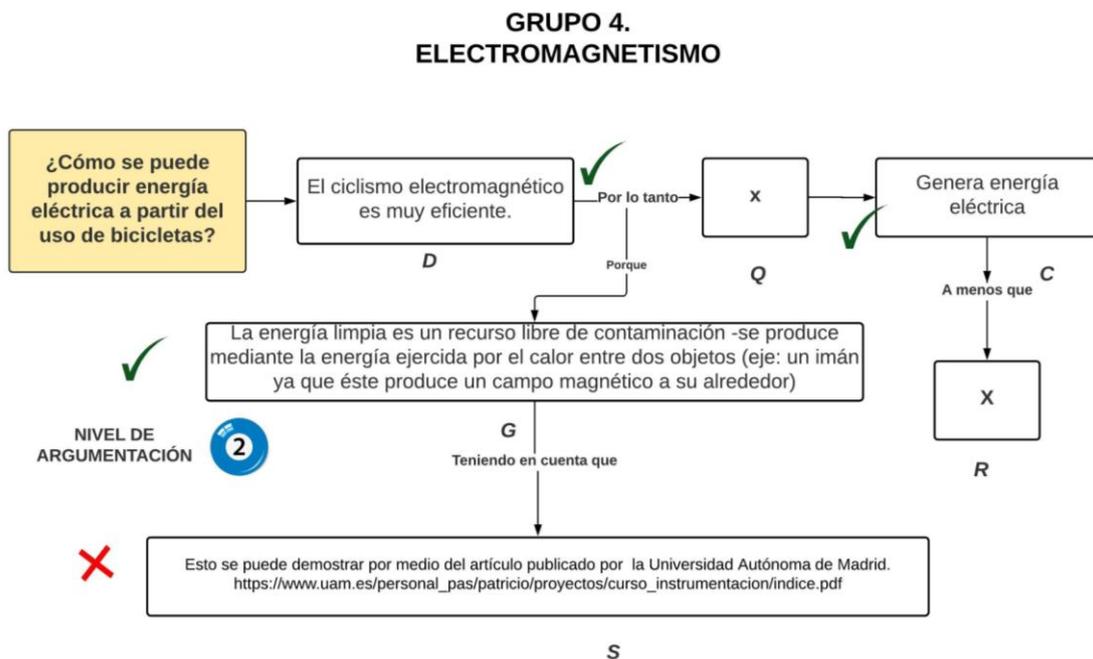
**Figura 19.** Esquema construido por los estudiantes del grupo III

La pregunta formulada por este grupo requiere un argumento desde lo conceptual, ya que la explicación debe darse en términos de la transformación de energía solar a la eléctrica. Frente a este cuestionamiento, los estudiantes desvían lo que sería un posible argumento frente a la respuesta a la pregunta, hacia datos, garantías y una conclusión que se relaciona con un asunto procedimental en función del mantenimiento del alumbrado público, sus fallas y lo que llaman ellos “mucho cableado”.

El sustento utilizado por los estudiantes se corresponde con la lógica de la falta de mantenimiento, tomando una noticia local y usándola como evidencia de la problemática que ellos enuncian. El problema para este argumento radica en la pregunta seleccionada ya que no se brinda una solución o no se presentan argumentos que permitan llegar a una conclusión.

### En relación con el grupo IV *Electromagnetismo*

Con base en la información entregada, el grupo 4 planteó la pregunta *¿Cómo se puede producir energía eléctrica a partir del uso de bicicletas?* Al revisar la información suministrada por el grupo, se pueden apreciar los elementos indicados en la figura 20.



**Figura 20** Esquema construido por los estudiantes del grupo IV.

Al respecto, el grupo plantea que el ciclismo es una actividad que puede derivar en la consecución de energía eléctrica ya que, según ellos, “la genera”; sin embargo, el argumento se queda corto al no incluir cualificadores y refutadores y el soporte que utilizan es una referencia a un sitio web, sin especificar las teorías, leyes o principios que permitan explicar esta alternativa de producción energética.

Además de lo anterior, han incorporado en su argumento algunas expresiones que indican ideas aisladas, alejadas de la pregunta propuesta inicialmente, ya que incluyen algunas cuestiones relacionadas con “la energía limpia es un recurso libre de contaminación” “se produce mediante la energía ejercida por el calor entre dos objetos”; en ambos casos, al ser indagados por estas afirmaciones mencionan que “la energía limpia permite mejorar el ambiente ya que no genera contaminación y por eso es mejor usarla” y, cuando se refieren al calor entre dos objetos, señalan “es así como funciona un imán”, lo cual indica un desconocimiento del funcionamiento del proceso funcionamiento de un imán, su composición y comportamiento. Además, sus argumentos parecen estar más asociados al campo de la termodinámica. Teniendo en cuenta lo anterior, este grupo es clasificado en un nivel 2.

### En relación con el grupo V *Paneles solares II*

Con base en la información entregada, el grupo 5 (ver figura 21), plantea una pregunta para generar un argumento sobre la posibilidad de elaborar un sistema de riego para un hogar de la vereda pajarito a través de la energía solar. En este caso, el argumento construido no presenta evidencias concretas que permitan comprender cómo se podría construir el sistema de riego. Sin embargo, utilizan un par de expresiones en las garantías que son generalizaciones “los servicios que ofrece las empresas públicas (EPM) son muy costosos” “regar de manera manual los cultivos es muy tedioso”, pero sin sustento. Por otro lado, el sustento elaborado corresponde a una noticia que tampoco guarda relación con la pregunta inicial. Este grupo también es ubicado en el nivel 2.

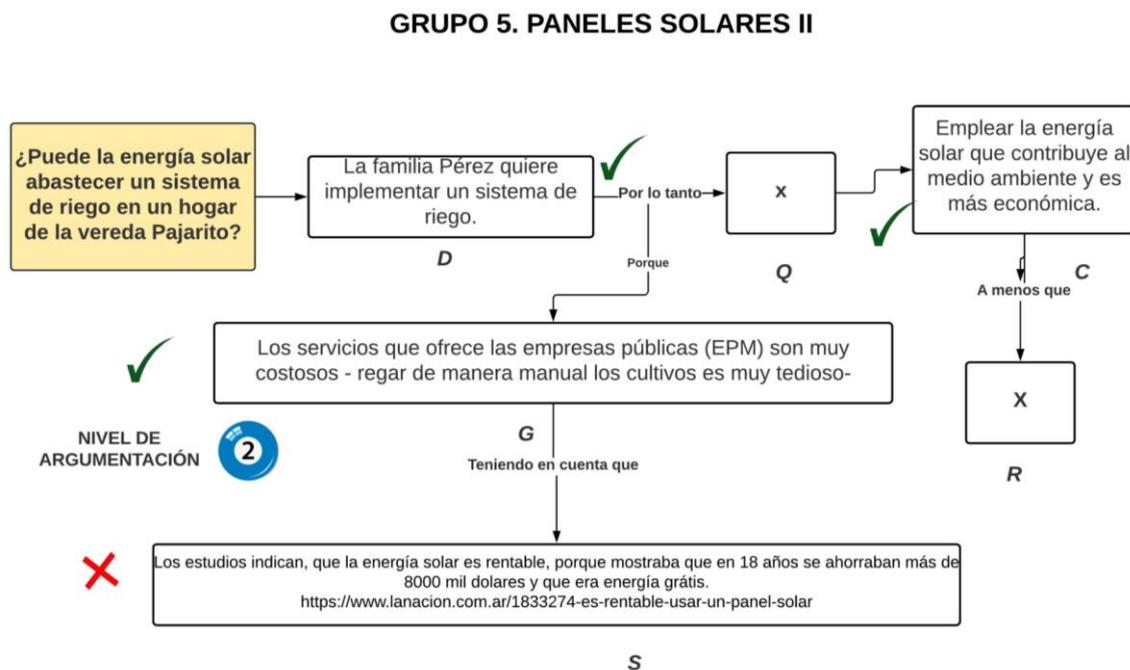
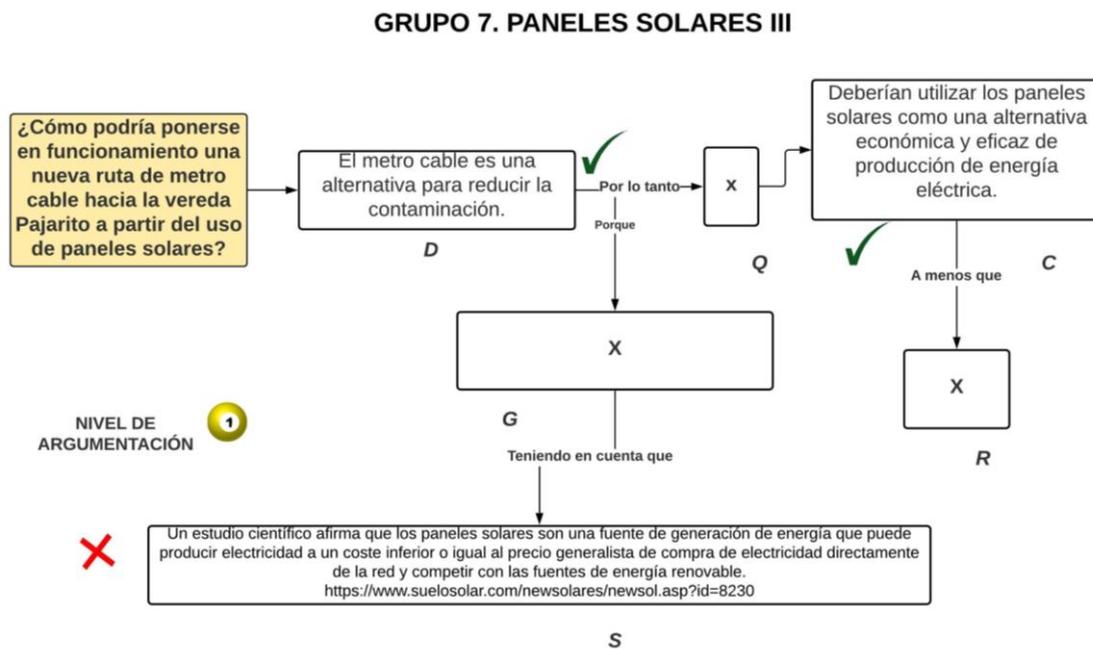


Figura 21 Esquema construido por los estudiantes del grupo V.

### En relación con el grupo VII *Paneles solares III*.

Con base en la información entregada por el grupo 7, que también decidió abordar su proyecto desde los paneles solares (ver figura 22), construyó su argumento sobre el uso de paneles solares para el funcionamiento de un sistema de metro-cable. Presentan su construcción alrededor de la idea de la disminución de la contaminación al utilizar el metro-cable como alternativa de transporte, sin embargo, la conclusión presentada no se corresponde con la pregunta, es más una sugerencia. No utilizan garantías y el sustento no deja de ser un reporte de un sitio web que no logran conectar con su idea inicial. En este orden de ideas es clasificado en un nivel 1.



**Figura 22** Esquema construido por los estudiantes del grupo VII.

Para concluir este apartado es necesario anotar que los grupos I (Eólico) y VI (biomasa) no construyeron sus esquemas, ya que dedicaron tiempo a otras actividades del proyecto y no cumplieron con la entrega del material solicitado. Además, se presentaron algunos inconvenientes alrededor del trabajo grupal y cumplimiento de roles en estos grupos.

El ejercicio elaborado se relaciona con un diagnóstico del nivel argumentativo, pero no se aplicaron en ejercicios posteriores a la ejecución del proyecto para revisar un posible aumento en el nivel, ya que no era el objetivo del proyecto. Por otro lado, este diagnóstico se utiliza como insumo para la planeación del estudio 2 de esta tesis, principalmente, desde la inclusión de preguntas puntuales sobre el fenómeno de estudio (circuitos eléctricos) y apuntar al uso de calificadores modales y refutadores, así como el reconocimiento de los elementos propuestos en el MAT.

### 5.5.5. Trabajo grupal (Categoría TG).

Al ser el trabajo grupal una característica importante de los trabajos por proyectos es necesario analizar cómo tuvo lugar. Para ello hemos revisado la percepción de los estudiantes de dos equipos de trabajo sobre la participación de todos los miembros del grupo en la ejecución del proyecto, utilizando un cuestionario que fue aplicado en la sexta semana. En la tabla 27 se presentan las respuestas a las preguntas formuladas inicialmente para el grupo 1 analizado.

**Tabla 27.** Percepción de los estudiantes respecto al trabajo realizado en el grupo.

<b>G2: ASUNTOS EMERGENTES</b>					
<b>Pregunta</b>	<b>E21</b>	<b>E22</b>	<b>E23</b>	<b>E24</b>	<b>E25</b>
¿Qué funciones he cumplido como .....?	<i>Controlador del tiempo:</i> hago mi trabajo, cuando nos entregan la carpeta trato de medir bien el tiempo para seguir con otras actividades.	<i>Líder:</i> controlar el equipo, aportar con lo que puedo o lo que se dejan ayudar que es poco.	<i>Sistematizador:</i> búsqueda de materiales para el proyecto.	<i>Secretaria:</i> lo básico, he completado las bitácoras, he dado mis puntos de vista y completado el documento.	<i>Vocero:</i> ninguna porque no he expresado el proyecto al grupo ya que no lo he finalizado.
Mi desempeño en el grupo ha sido: superior, alto, básico o bajo. ¿Por qué?	<i>Alto,</i> porque me interesa el tema de la electricidad y pongo en el empeño al proyecto.	<i>Bajo</i> porque además no cumplí con los trabajos a tiempo, casi todos los del equipo estamos un poco separados y unos hacen el trabajo mientras los otros ven, se quedan charlando, no parecemos un equipo.	<i>Básico,</i> porque a pesar de que ayudo a hacer los trabajos a veces aporito al desorden.	<i>Alto,</i> porque estoy cumpliendo con mi función y estoy aportando al proyecto en lo mejor que puedo.	<i>Básico,</i> porque no he logrado entender de manera correcta este tema de electricidad, cableados etc. Lo cual evita que logre ayudar de manera correcta.
Respecto a mi grupo de trabajo pienso:	He estado interesado en el proyecto y me he preocupado para que saliera bien y no hubiesen problemas.	No se puede decir que somos un grupo ya que no estamos del todo unidos, ni trabajamos como tal. El rendimiento en clase es básico y como equipo bajo o pésimo.	El líder no cumple con su función	Deberíamos dejar a un lado la pereza. Debemos dar más puntos de vista para hacer un mejor proyecto.	El grupo ha trabajado muy bien y cada uno ha colaborado de manera correcta, solo nos falta más seriedad y disposición en cada clase para ser excelentes.
Qué falta para finalizar mi proyecto	Falta obviamente la maqueta, consultar algunas cosas y la instalación de la electricidad.	Más unión como equipo, materiales, dar un precio y dividirlo entre todos.	El marco teórico y la maqueta	Profundizar la investigación y materiales para la maqueta.	Formular bien el proyecto, materiales para la maqueta y construcción.

El objetivo final de mi proyecto es:	La implementación de una energía renovable en un hogar de nuestra comunidad.	Crear una especie de dispositivo que va desde un panel solar para reunir energía, almacenarla y que esta sirva para un cultivo y se active automáticamente en una casa rural.	Ayudar a las zonas rurales con un sistema de riego	Implementar un sistema de riego a base de energía solar en un hogar de la vereda Pajarito.	Utilizar un sistema de riego solar para abastecer un hogar rural en la vereda pajarito.
--------------------------------------	--	---	--	--	---

Al revisar las respuestas para esta pregunta en particular, se identifican tres tendencias, la primera (E21 y E25) relacionada con una actitud positiva y conforme frente al trabajo, la segunda (E22, E24 y E25) se enfoca en resaltar las dificultades y la falta de compromiso y la tercera (E23) señala directamente a uno de los integrantes del grupo como compañero que no cumple adecuadamente su función. Respecto a la percepción de los estudiantes, manifiestan la necesidad de que el profesor realice un seguimiento continuo del trabajo de los miembros de los grupos para incentivar el trabajo de todos y evitar que alguno no cumpla con sus funciones. Otras de las preguntas, se relacionaba con el rol de cada integrante, las tareas del proyecto y los avances.

Entendemos lo anterior, como una clara señal de que, si bien el trabajo en grupo es fundamental para el desarrollo del proyecto, la percepción de los integrantes no necesariamente será la misma, de hecho, las evidencias muestran como algunos estudiantes muestran más interés que otros, utilizando por ejemplo tiempo adicional para trabajar (ver figura 23). También, los estudiantes de un mismo grupo entienden los objetivos o tareas de su proyecto de formas distintas, más o menos exigentes, por ejemplo, dos de los integrantes que se encontraban probando el circuito eléctrico (ver figura 24) de su proyecto (“fuente de riego solar”), al preguntarles por la finalidad del mismo respondieron diferentemente, E21 mencionó que el objetivo era *la implementación de una energía renovable en un hogar de nuestra comunidad* y E22 señaló que pretendían *crear una especie de dispositivo consistente en un panel solar para reunir energía, almacenarla y que esta sirva para un cultivo*”



**Figura 23.** Estudiante del proyecto “estación metro cable Pajarito” utilizando el tiempo de descanso entre clases para adelantar la maqueta de su equipo.



**Figura 24.** Estudiantes del proyecto “fuente de riego solar”, testando el funcionamiento del circuito.

Como efectivamente sucedió, en las sesiones de trabajo grupal, cada estudiante expresó a su grupo sus inquietudes y pretensiones, lo cual facilitó la distribución de tareas, la

revisión de los asuntos pendientes, la mejora del proyecto y la capacidad de reflexión y crítica frente al trabajo.

En la tabla 28 se presentan también, para el grupo 2, las respuestas de los integrantes; en esta ocasión, se aprecia una mayor consistencia en las respuestas de los estudiantes, los cuales manifiestan de forma general un respaldo a las decisiones que han tomado y un compromiso evidente por el desarrollo del proyecto y la importancia que significa para ellos, poder trabajar de manera colaborativa.

**Tabla 28.** Respuestas de los integrantes del grupo 2

GRUPO: “NOCHE SOLAR: ALUMBRADO PÚBLICO”					
Pregunta	E11	E12	E13	E14	E15
¿Qué funciones he cumplido como ___?	Líder: “Mantener el orden lógico del grupo, de tal manera que se cumpla el objetivo o actividad planteada en la clase; teniendo la mayor disposición y asignando tareas para la mejora y avance del proyecto.”	Sistematizador: “mandar los trabajos al correo de upociencias. Manejar fotos, videos respecto a los paneles solares”	Secretaria: “Estar al tanto de toda la información que se brinda sobre el proyecto que se va a realizar, llenar la bitácora del proyecto de cada actividad que realizamos, y escribir cada detalle de cada una”	Vocera: “Estar atenta de lo que no se entiende y así pedir una explicación al docente, además he expuesto”	Controlador del tiempo: “tratar de que en el tiempo que se da para realizar un trabajo lo podamos terminar al finalizar la clase”
Mi desempeño al interior del grupo ha sido: superior, alto, básico o bajo. ¿Por qué?	“Alto, Siempre trato de ser la que mantiene el orden del grupo pero todavía <i>falta más manejo del tiempo</i> , y prestar menos atención a algunos distractores.”	“Mi desempeño al interior del grupo ha sido <i>alto</i> , porque corrijo el trabajo, investigo sobre los paneles, tengo o tenemos ya la idea de cómo hacer la maqueta, participé en mi proyecto”	“Alto, porque he demostrado interés al realizar actividades, pero he dejado de asistir a unas clases que son importantes para el desarrollo del proyecto, así mismo me siento con muy buena disposición al interior del grupo para hacer una buena investigación y que el proyecto alcance los objetivos propuestos”	“Considero que mi desempeño como portavoz es un <i>alto</i> ya que he cumplido con mi función y trato de mejorar”	“Mi desempeño ha sido <i>alto</i> por que <i>en ocasiones me distraigo</i> con cosas que no son del tema. Pero siempre trato de aportar al grupo y que podamos cumplir con el trabajo. <i>Podría mejorar más mi desempeño</i> ”
Respecto a mi grupo de trabajo pienso:	“Que el grupo es muy bueno, posee ideas creativas, es organizado y su trabajo y disposición son agradables; obviamente hay muchas fallas como lo es que en <i>ocasiones hablamos mucho</i> y esto no nos permite <i>concentrarnos</i> .”	“Que somos muy unidas y entendemos nuestra metodología aunque <i>conversamos mucho</i> , pero nos perjudica.”	“Pienso que somos muy unidas, y cada una aporta para que nos podamos entender, creo que <i>a veces hablamos mucho</i> sobre otros temas diferentes al proyecto y esto nos distrae, pero en si me siento muy cómoda trabajando con este grupo que muestra y tiene tanto interés para y por este proyecto que se va a realizar”	“Que somos un muy buen grupo, unidas y siempre tratamos de corregir las cosas malas y la entrega de los trabajos puntualmente”	“Todas hemos cumplido con nuestras funciones, aunque <i>podríamos mejorar la concentración</i> para que nos alcance más el tiempo para la realización de los trabajos propuestos”

<p>Qué falta para finalizar mi proyecto</p>	<p>“Terminar o completar finalmente con algunos conceptos y resultados la guía sobre el proyecto; <i>los materiales</i> y la maqueta.”</p>	<p>“<i>La elaboración de la maqueta</i>, la conclusión de nuestro proyecto y <i>profundizar nuestro marco teórico</i>”</p>	<p>“<i>Falta tener los materiales</i> de la maqueta para empezar a elaborarla y así poder concluir con nuestra investigación”</p>	<p>“Terminar de <i>corregir el trabajo escrito</i> y complementarlo más” “<i>la compra de los materiales</i> para la elaboración de la maqueta”</p>	<p>“no falta terminar el marco teórico, <i>los materiales</i> para poder comenzar con la realización de la maqueta”</p>
<p>El objetivo final de mi proyecto es:</p>	<p>“Generar energía eléctrica mediante el uso de paneles solares para <i>abastecer el alumbrado público</i> de la vereda pajarito.”</p>	<p>“El objetivo principal de nuestro proyecto es como en la vereda pajarito podemos abastecer energía limpia en el alumbrado público, es decir, con paneles solares <i>evitar la manera de que haya cableado, para que así haya energía limpia.</i>”</p>	<p>“Generar energía eléctrica mediante el uso de paneles solares para <i>abastecer el alumbrado público</i> en la vereda Pajarito”</p>	<p>“analizar como los paneles solares pueden ser una buena alternativa para generar energía de un lugar específico donde <i>hay poco alumbrado público</i>”</p>	<p>“Dar energía al alumbrado público de una zona de pajarito a través de paneles solares y así <i>evitar que haya tanto cableado</i>”</p>

Sin embargo, se han resaltado en letra cursiva algunos elementos que pueden analizarse desde tres perspectivas, primero, en relación con el tiempo, el líder (E11) manifiesta la necesidad de aprovechar y manejar mejor el tiempo, esto se puede contrastar con la respuesta que entrega E15 quién al tener el rol del control del tiempo, menciona que en ocasiones se distrae y podría cumplir mejor con su función.

Por otro lado, un segundo elemento se relaciona con la actitud en términos de convivencia; exceptuando a E14, todos los integrantes concuerdan en mencionar que se distraen fácilmente, conversan constantemente y no aprovechan el espacio de clase. Y un tercer elemento, saca a la luz la falta de recursos como un asunto que ha imposibilitado avanzar en la construcción de la maqueta.

Por último, se aprecia claridad frente al objetivo del proyecto y se rescatan algunas expresiones como “profundizar nuestro marco teórico (E12)” o “terminar de corregir el trabajo escrito (E14)” algo que da cuenta de los procesos de revisión y retroalimentación que se han tenido durante el desarrollo del proyecto.

Lo anterior, se interpreta como una evidencia de trabajo grupal que ha posibilitado desarrollar satisfactoriamente cada uno de los proyectos. En las figuras 25 y 26 se pueden apreciar algunos de los grupos, realizando actividades en el laboratorio relacionadas con el diseño de la maqueta.



**Figuras 25 y 26.** Grupos de trabajo organizados alrededor del diseño y elaboración de las maquetas de cada proyecto. El proceso fue lento y dependía de la adquisición de los recursos necesarios para su ejecución.

### Socialización

Para la fase de socialización, cada grupo de trabajo presentó en la feria de la ciencia (evento institucional en el cual participaron estudiantes de todos los grupos, padres de familia y directivos docentes) el producto de su proyecto (maqueta). En la figura 27, se presentan algunas fotografías con cada uno de los proyectos.



**Figura 27.** Socialización evento institucional

Además de la presentación anterior, se destaca la presentación de los informes finales, los cuales fueron retroalimentados durante todo el proceso, además estos escritos fueron alojados en el sitio web Upo Ciencias (<http://upociencias.wixsite.com/ciencias/investigando>)

Los resultados del informe final muestran el proceso seguido por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto. Para la presentación de estos resultados se toman como referentes dos grupos seleccionado al azar, denominados G1 y G2 (ver Anexo O) Cada informe contempló un título, resumen, palabras clave, planteamiento del problema, objetivos, marco teórico o conceptual, metodología, resultados, análisis e interpretación, conclusiones y bibliografía.

## **5.6. Reflexiones finales estudio I.**

Los objetivos principales de este capítulo eran valorar la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos al aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto electricidad y particularmente los circuitos eléctricos; elaborar un diagnóstico sobre el nivel de argumentación de los estudiantes como insumo para la planificación de actividades que involucran el desarrollo de esta habilidad en un segundo estudio y valorar la influencia de las actividades desarrolladas en un proyecto en las dinámicas del trabajo grupal con base en las percepciones de los participantes y el material elaborado.

Además de lo anterior, se han identificado dificultades y aciertos relacionados con el uso del ABPy como estrategia pedagógica, lo que servirá como insumo para el diseño del segundo estudio. En este sentido y a la vista de los resultados obtenidos se puede indicar que:

### **Respecto al ABPy.**

Después de haber llevado a cabo el proyecto relatado anteriormente, consideramos que el ABPy es una estrategia pedagógica que permite a los estudiantes asumir protagonismo en su aprendizaje y proponer problemáticas que les resulten interesantes y útiles, integradas en su contexto particular.

El APBy favorece el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes; en este sentido, la identificación de preguntas, la elaboración de planos, el manejo de instrumentos, la instalación de circuitos eléctricos y la construcción de maquetas fueron aprendizajes adquiridos durante la realización del proyecto. Además, los estudiantes desarrollaron actitudes hacia la ciencia y modificaron su imagen, por ejemplo, reconociendo su carácter histórico y progresivo, o valorando su importancia social, económica, cultural y medioambiental, al opinar a favor o en contra de la utilización de las fuentes de energía convencionales.

El producto final del proyecto representado en una maqueta, si bien es una de las bases sobre la cual se tejen las actividades no debe ser entendido como el objetivo único del proyecto, ya que en muchas ocasiones los estudiantes descuidaban otras actividades para dedicar tiempo a su elaboración. Siempre que sea posible, conviene incorporar en el proyecto la participación de otras áreas de conocimiento, como las ciencias sociales o las matemáticas, ya que algunas de las dificultades presentadas, surgidas de las limitaciones de tiempo y recursos, pudieron solucionarse con la participación efectiva y habilidades específicas de otros docentes.

Una de las principales ventajas del ABPy, es que la prueba escrita no es el único escenario sobre el cual los estudiantes demuestran sus conocimientos, habilidades y destrezas; esto se corresponde con la necesidad de diversificar las estrategias de enseñanza, tal como lo menciona Moreira (2010), el uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que implican la participación activa del estudiante es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico.

### **Respecto al aprendizaje sobre electricidad y circuitos eléctricos.**

Inicialmente clarificamos que, desde nuestra apuesta por trabajar por proyectos, no pretendemos homogeneizar en términos de aprendizaje a los estudiantes, ya que reconocemos distintos estilos y ritmos de aprendizaje. En este sentido, los ocho estudiantes citados en este análisis presentaron avances en los ámbitos conceptual, procedimental y actitudinal del aprendizaje que consideramos significativos. En efecto, hemos comprobado que a medida que avanza el proyecto los estudiantes mencionan magnitudes físicas, como intensidad de corriente, voltaje, carga, polo, potencia o resistencia eléctrica que inicialmente no empleaban.

En las explicaciones de las diferentes actividades realizadas y en la presentación del proyecto, diferencian entre materiales conductores y aislantes, se refieren a la electricidad no solo como una forma de energía sino como un fenómeno físico que procede de fuentes de energía muy diversas, unas muy contaminantes y otras mucho menos, describen los componentes utilizados en los circuitos eléctricos, si están conectados en serie o paralelo, señalan su función dentro del circuito e indican las mediciones y aparatos utilizados.

### **Respecto al trabajo grupal y los procesos de argumentación.**

Generar argumentos que convencan a los compañeros de clase y al docente es una habilidad compleja pero que, al trabajarse con tareas específicas como la identificación y formulación de preguntas, la búsqueda de información en fuentes diversas, utilizando o no las TIC y el trabajo colaborativo, puede generar aprendizajes significativos. Además, también se aprende a distribuir tareas y tiempo, organizarse y asumir funciones y compromisos que son habilidades para la vida, no exclusivas de la enseñanza de las ciencias.

En este sentido, creemos tener evidencias para decir que el trabajo colaborativo y los procesos de argumentación incentivados en este proyecto han permitido a los estudiantes estructurar un producto (maqueta) que ha puesto a prueba sus actitudes frente al trabajo grupal, les ha posibilitado defender sus posturas e invitar a la comunidad educativa a realizar acciones como la protección de los recursos, la disminución del gasto en energía eléctrica y la importancia de las energías alternativas como fuentes de obtención de electricidad.

### **Asuntos a tener en cuenta para el estudio II.**

Después de apreciar los resultados obtenidos, se considera necesario seleccionar contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales y planear actividades que permitan ver con claridad el aprendizaje de los estudiantes en estos tres ámbitos. Además, es necesario establecer alianzas con otras áreas del conocimiento para enriquecer los proyectos con la mirada desde otras perspectivas teóricas y procedimentales.

También es necesario construir un marco de referencia para el diseño del proyecto que posibilite elaborar material potencialmente significativo. Además, es necesario buscar un sustento teórico más específico para dotar de sentido a cada una de las fases del proyecto. Por ello, resulta necesario apoyarse en la perspectiva crítica de la Teoría del Aprendizaje Significativo, debido a que los estudiantes no solo aprendieron sobre circuitos eléctricos, sino que tuvieron la oportunidad y la capacidad de entender la ciencia como una construcción social dotada de explicaciones no solo desde lo científico sino, además, desde lo político, lo económico y lo cultural.

Finalmente, otros asuntos no menos importantes a tener en cuenta son:

- Explicar el MAT para que los estudiantes se apropien de sus elementos, reconozcan la importancia de sus componentes y realicen varias actividades de construcción, una sola no es suficiente. Y, además, apuntar a los circuitos eléctricos y la argumentación sobre sus explicaciones.
- Inclusión de categorías relacionadas con el esquema construido en el capítulo siguiente como una oportunidad para buscar coherencia entre la propuesta metodológica y el referente teórico.
- Realizar ajustes al formato de bitácora, para ver con más claridad las preguntas de los estudiantes, sus reflexiones y sus procesos de sistematización de la información
- Inclusión de los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA). Los DBA fueron publicados en el currículum oficial después de la aplicación de este estudio, por ello, deben revisarse y analizar para considerarlos en el estudio II.

- Dialogo de saberes-planeación conjunta. Aunque ya lo hemos mencionado anteriormente, reiteramos la necesidad de establecer alianzas con otros docentes y áreas de conocimiento.
- Mapa del proyecto. Incluir la propuesta metodológica del Buck Institute for Education, como una oportunidad para dotar de sentido al trabajo por proyectos y establecer relaciones con la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel) y significativo crítico (Moreira). En este sentido, se trata de atender a los asuntos relacionados con errores comunes y oportunidades definidas en el capítulo posterior.
- Establecer alianzas directas con los directivos docentes y con entidades de ciudad para mostrar a los estudiantes las posibilidades que podrían emerger en el marco de la aplicación de un proyecto.

## **CAPÍTULO 6**

### **EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS DESDE UNA MIRADA CRÍTICA (ABPyC)**

En el ámbito educativo y específicamente en la enseñanza de las ciencias, existen diversas posiciones respecto a las posturas didácticas, pedagógicas y epistemológicas que se deberían asumir para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, uno de los aspectos más estudiados hace referencia a los enfoques de enseñanza y la necesidad de encontrar estrategias que otorguen protagonismo al estudiante. Aunque el propósito de este trabajo no es discutir asuntos relacionados con la enseñanza tradicional, algunos autores argumentan que la investigación educativa de los últimos 20 años ha demostrado que estudiantes sometidos a una instrucción de este tipo (aquella basada en clases expositivas, resolución de problemas algorítmicos y laboratorios tipo receta) mantienen un aprendizaje residual casi nulo (Benegas, 2009 citado en Rosales et al. 2016). De la misma manera, el método tradicional de enseñanza no tiene en cuenta los conocimientos iniciales de los estudiantes, que pueden ser obstáculos en el aprendizaje de contenidos nucleares (Ausubel et al., 1976).

En contraposición a una enseñanza de corte tradicional, se encuentran las denominadas metodologías activas, las cuales sitúan al estudiante en el centro del proceso educativo, siendo éste, protagonista de su aprendizaje. Entre las propuestas con este enfoque, se ha venido consolidando, como estrategia pedagógica de enseñanza, el ABPy.

En este sentido, consideramos necesario mencionar que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) no es una estrategia nueva. La necesidad de cambio e innovación propició que William Heart Kilpatrick trazara las bases de la metodología por proyectos a principios

del siglo XX, principalmente, en su publicación "the project method" en 1918. En el estudio de López de Sosoaga, Ugalde, Rodríguez y Rico (2015), se menciona respecto a los aportes de Kilpatrick, algunos asuntos que son importantes para iniciar este capítulo, entre ellos:

- a. Kilpatrick aboga por una "filosofía experimental de la educación" en la que el conocimiento se adquiere a través de la experiencia (Kilpatrick, 1967b: 72)
- b. Critica, asimismo, la división del conocimiento por materias, asignaturas o áreas, porque aprender aisladamente significa que "el alumno no ve o siente la utilidad o pertinencia de lo que se enseña para ningún asunto que le interesa en el presente, y por tanto no se adhiere inteligentemente a la situación actual" (Kilpatrick, 1967a: 49).
- c. Es necesario un nuevo programa escolar diseñado por el profesorado (comités de expertos y maestros) en el que las áreas se reúnan "desde el punto de arranque de las necesidades del alumno" (Kilpatrick, Rugg, Washburne y Bonner, 1967: 29)

A partir de los supuestos anteriores, Kilpatrick propone cuatro tipos de trabajo por proyectos (citado por Majó y Baqueró, 2014) según la finalidad que se persiga: elaboración de un producto final (Producer's Project); conocer un tema y disfrutar con su conocimiento o experiencia (Consumer's Project); mejorar una técnica o habilidad concreta (Specific learnig); o "resolver un problema intelectual desafiante para el protagonista" (Problem Project).

Esta noción inicial de trabajo por proyectos, acuñada por Kilpatrick, tuvo una fuerte influencia de los trabajos de Jhon Dewey, Charles Darwin y Johann Heinrich Pestalozzi, derivando en un conjunto de consideraciones iniciales que se constituyeron en las características de un proyecto. Estas son citadas en Benítez (2014), cuando dice que el tema del trabajo es libremente elegido por el alumnado, respeta sus intereses y necesidades, se trata de un plan que promueve actividades de tipo motor, manual, intelectual y estética, es una actividad motivada por medio de una intervención lógica, tiene en cuenta la globalización de la enseñanza, genera aprendizajes significativos y funcionales y tiene lugar en un ambiente natural y cercano para el alumnado.

Como complemento a lo anterior, Larmer y Mergendoller (2010), también describen las siguientes características del ABPy: estar vinculado con contenido significativo del currículo; requerir pensamiento crítico, tener en cuenta la resolución de problemas, colaboración y comunicación; implicar indagación y creación de algo nuevo; estar organizado a partir de un desafío abierto; crear la necesidad de aprender conceptos y destrezas relevantes; permitir algún grado de negociación y elección por parte de los estudiantes; incluir procesos de revisión y reflexión sobre el proyecto e implicar una audiencia pública más allá del aula.

Los asuntos anteriores son importantes, porque se constituyen en un marco de referencia para la construcción de este capítulo; además, porque la base de un buen proyecto son las características que lo definen y en este sentido, la conceptualización alrededor de ellas podría permitir configurar una buena aplicación de un proyecto que se constituya en un material potencialmente significativo.

Por otro lado, después de realizar una revisión del estado de la cuestión sobre ABPy en diferentes revistas de investigación en relación con la enseñanza de las ciencias en los últimos siete años, se encuentra que el ABPy tiene un perfil metodológico (Collazos et al, 2016; Kioupi y Atianoutsou, 2016). Algunos autores lo ubican como investigaciones escolares (Manso y Ezquerro, 2014; Langbeheim, 2015.) o una técnica de enseñanza (Domínguez et al, 2011). Además, esto se complementa con lo expuesto por López de Sosoaga et al (2015), quienes citan que:

*“En castellano aparecen diversas denominaciones para referirse a la puesta en práctica de un proyecto escolar: trabajo por proyectos, proyectos de trabajo (Hernández, 1988 y 2000; Hernández y Ventura, 1994), proyectos de aula (López y Lacueva, 2007), proyectos interdisciplinarios (Majó, 2010; Majó y Baqueró, 2014) y los que se derivan de ello como pedagogía por proyectos (García-Vera, 2012), enseñanza por proyectos (Lacueva, 1998), metodología por proyectos o método de proyectos (Zabala, 1999).” pp.398*

En este sentido y debido a las diversas interpretaciones que se han realizado sobre el ABPy, este trabajo considera pertinente relacionarlo con un modelo pedagógico o teoría de aprendizaje que le aporte sustento teórico y le permita fortalecer el método que utiliza para generar actividades desencadenantes de aprendizaje, sobre todo en el ámbito educativo y, más específicamente, en la Enseñanza de las Ciencias. Es por esto, que se toma como referente principal la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (de ahora en adelante TASC) propuesta por Moreira (2010) y se utilizan elementos relacionados con las competencias para el siglo XXI y las características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el Buck Institute for Education (de ahora en adelante BIE)

Tomando en consideración lo anterior, para esta investigación, se adopta como referente metodológico, la propuesta del Buck Institute for Education (BIE, 2015), la cual presenta un conjunto de “características esenciales para el diseño de proyectos” que consideramos están alineadas con los elementos descritos hasta este punto y se analizan las posibles relaciones entre estas características y los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005): ‘de la interacción social y del cuestionamiento’, ‘enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas’, ‘del aprendiz como perceptor/representador’, ‘del conocimiento como lenguaje’, ‘del aprendizaje por error’, ‘de la

no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno y de la diversidad de estrategias de enseñanza' y 'del abandono de la narrativa y dejar que el alumno hable'.

A propósito, La TASC plantea una serie de principios que son descritos posteriormente y que en su conjunto aportan elementos de corte didáctico, pedagógico y epistemológico, necesarios para propiciar un aprendizaje además de significativo, en términos de la teoría original propuesta por Ausubel, con un componente de criticidad. En este sentido, el ABPy debería construirse con base en material potencialmente significativo y cercano a los contextos de aplicación y que proporcione luego, a los docentes, herramientas para analizar sus prácticas de aula y tomar decisiones respecto a la planificación.

Tomando como referencia lo descrito anteriormente, en este capítulo se presentan elementos teóricos que relacionan algunos de los principios de la TASC con las características esenciales para el diseño de un proyecto y que se constituyen en un marco de referencia para el diseño de los proyectos que se aplican en esta investigación. Más allá de un esquema o una propuesta de aplicación, se presenta una visión del ABPy que intenta resaltar su potencialidad como estrategia pedagógica, que resalta el rol del maestro y que implica más allá de un diseño de actividades, procesos que tienen relación con lo pedagógico, lo didáctico y lo epistemológico.

En este orden de ideas, se presentan algunas consideraciones iniciales relacionadas con el rol del docente y el estudiante y la necesaria transición de los contenidos a las competencias; posteriormente, se hace énfasis en el diseño de los proyectos, revisando las competencias para el siglo XXI, las características esenciales para su elaboración, algunas estrategias afines al ABPy (Aprendizaje basado en problemas, en juegos, en retos) y los llamados falsos proyectos. Además, se presentan algunos esquemas a modo de propuesta de diseño de proyecto, algunas consideraciones relacionadas con las preguntas que quedan y consideraciones finales. Y para finalizar, se enuncia una definición de lo que entendemos por Aprendizaje Basado en Proyectos desde una mirada crítica ABPyC con base en los elementos que se describen a continuación.

### **6.1. De los contenidos a las competencias, un marco de referencia para el Aprendizaje Basado en Proyectos ABPy.**

En el ámbito educativo el punto de partida para el diseño de procesos de enseñanza y el posterior aprendizaje de conceptos pareciera estar centrado en su mayoría en el paradigma de los contenidos, el cual los ha ubicado en el centro del proceso formativo. En este sentido, el docente ha utilizado la pizarra y el libro de texto como referentes de trabajo en el aula de clase, desconociendo en la mayoría de los casos los requerimientos de la escuela en el Siglo XXI, las TIC, la necesidad de relacionar los conceptos con las problemáticas actuales e incluso la importancia de planificar estrategias conjuntamente con los estudiantes.

A propósito de lo anterior, haciendo alusión a la educación denominada bancaria, abordada por Paulo Freire en su libro “la Pedagogía del oprimido” en 1970, Ocampo (2008) menciona que,

*en este tipo de educación, el maestro es el sujeto de la educación y el educando es el receptor que recibe todos los contenidos de la sabiduría. La tarea del maestro es llenar a los educandos con los contenidos de sus conocimientos. En esta concepción bancaria de la educación, el buen educador es el que mejor vaya llenando los recipientes en los depósitos de los estudiantes. Y ser el mejor educando, el que se deje llenar dócilmente los recipientes y los aprenda con mucha memorización (p.65)*

En esta actividad de transmitir conocimientos, la pizarra y el libro de texto han jugado un rol protagónico, además, la evaluación escrita ha permeado el sistema educativo y suele ser la principal estrategia de verificación de los aprendizajes, lo que pareciera estar alejado de la evaluación con enfoque formativo.

En contraposición a la visión anterior, el Aprendizaje Basado en Proyectos, se inscribe dentro de las denominadas pedagogías activas y busca generar en los estudiantes aprendizajes significativos que les permitan tomar decisiones inteligentes y responsables para el momento de enfrentarse con un problema real que invite a la reflexión y la construcción conjunta de conocimientos.

Con base en lo anterior, pensamos que la reflexión debería centrarse en la estrategia didáctica que los docentes utilizan para favorecer el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en un contexto específico y en la necesidad de analizar la práctica docente en las aulas de clase; es en este sentido, donde el ABPy permite generar una serie de condiciones que son favorables para el trabajo en grupo y que otorgan al estudiante la tarea de abordar los conceptos desde múltiples perspectivas.

**Tabla 29.** Desde el modelo tradicional al enfoque de competencias. Fuente: López, 2011.

MODELO TRADICIONAL	ENFOQUE DE COMPETENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individualismo docente</li> <li>• Planes fragmentados: materias disciplinares               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programas organizados por temas –</li> <li>Lección magistral – Manual único y documentos complementarios.</li> </ul> </li> <li>• Profesor transmisor - Alumnado pasivo y receptivo</li> <li>• Calificación final: examen - Aula aislada - Institución académica cerrado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos docentes</li> <li>• Planes integrados: módulos interdisciplinares - Programas estructurados en núcleos problemáticos</li> <li>• Métodos docentes innovadores - Fuentes de información y recursos didácticos - Profesor facilitador - Alumnado activo y constructivo</li> <li>• Evaluación holística: evidencias - Diversos espacios y ambientes - Comunidad de aprendizaje</li> </ul>

En este sentido, una de las problemáticas emergentes en el sector educativo, es que las temáticas que se presentan a los estudiantes no son cercanas a su contexto, lo que genera en ellos desmotivación y apatía por aprender. Algunos autores, han manifestado al respecto, la necesidad de trabajar desde un enfoque de competencias (ver tabla 29), lo que es coherente con el sistema educativo colombiano, el cual intenta abordar este componente desde los currículos escolares.

De esta manera, el trabajo por competencias se relaciona con la metodología ABPy, ya que en éste, se crean grupos de alumnos para investigar proyectos y proponer soluciones, trabajando de esta forma habilidades que necesitarán para su carrera profesional y para su vida, como las de cooperación, investigación, pensamiento creativo, comunicación, gestión del tiempo, entre otras, lo cual es coherente con la definición de competencia, entendida ésta, como los saberes elementales (conocimientos, habilidades, actitudes, valores) que capacitan a los sujetos para enfrentarse a los nuevos retos del presente y el futuro, (Imaz, 2014).

Este discurso supone, por lo tanto, un cuestionamiento no sólo de los contenidos sobre los que se debe formar al alumnado, sino también sobre el propio proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que se debe dar lugar al desarrollo de propuestas metodológicas en las cuales el alumnado sea el centro del proceso formativo, superando así el sistema tradicional de enseñanza basado en la docencia de las disciplinas, y dando paso a formas interdisciplinarias de aprendizaje donde el protagonista activo es el alumnado. (Ibíd. 2014)

Perreneoud (2013) menciona respecto a la forma de enseñanza para el desarrollo de las competencias que

*“la metodología para la que se prepare para la vida exige una enseñanza extremadamente compleja en la que es necesario utilizar estrategias y métodos didácticos variados y complementarios: simulaciones, análisis de casos, resolución de problemas, asambleas, proyectos, investigación del medio, etc. Estrategias y métodos didácticos y una dinámica grupal que no excluyen momentos expositivos, pero que deben ser aplicados en función de las competencias que hay que desarrollar y las características singulares de cada uno de los chicos y las chicas” pág. ”. 14-15*

Atendiendo a este sustento teórico basado en competencias, el ABPy debería motivar e implicar en la solución de problemas a los estudiantes, como punto de partida para el aprendizaje. Esto, debería estar acompañado del auge de las tecnologías de la información y la comunicación que han permitido a los estudiantes acceder a una gran cantidad de información y que supone un reto inmediato, de aprender a seleccionarla, sistematizarla y ponerla al servicio de la resolución de problemas planteados en el marco del desarrollo de un proyecto.

Precisamente, ubicándonos en el contexto del siglo XXI y en las competencias que se deberían potenciar en el aula de clase, la fundación Omar Dengo en el año 2014 en su documento “competencias del siglo XXI<sup>1</sup>: guía práctica para promover su aprendizaje y evaluación” propone una serie de competencias (ver tabla 30) que ellos definen como “destrezas, conocimientos y actitudes necesarios para enfrentar exitosamente los retos de esta época, y que nos invitan a reformular nuestras principales aspiraciones en materia de aprendizaje y a hacerlas más relevantes para esta nueva era”.

**Tabla 30.** Competencias siglo XXI: Principios de enseñanza y evaluación. Adaptado de Fundación Omar Dengo. Competencias para el siglo XXI: guía práctica para promover su aprendizaje y evaluación

<b>Competencias Siglo XXI</b>				
<b>Maneras de Pensar</b>	<b>Manera de Vivir en el mundo</b>	<b>Maneras de trabajar</b>	<b>Herramientas para trabajar</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creatividad e innovación.</li> <li>• Aprender a aprender.</li> <li>• Resolución de problemas.</li> <li>• Pensamiento crítico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciudadanía local y global</li> <li>• Vida y carrera.</li> <li>• Responsabilidad personal y social.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboración.</li> <li>• Comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apropiación de las tecnologías digitales.</li> <li>• Manejo de la información.</li> </ul>	
<b>Principios de la enseñanza de las competencias</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender en colaboración con el otro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender de acuerdo con las necesidades e intereses propios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un nuevo rol para los docentes y los estudiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender con tecnología</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender haciendo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conducir el propio aprendizaje.</li> </ul>		
<b>Aprendizaje Activo</b>				
✓ Hacer	✓ Revisar	✓ Tomar conciencia del aprendizaje		
✓ Aprender	✓ Aplicar	✓ Conversar sobre el aprendizaje		
✓ Reflexionar				
<b>Principios de la evaluación de las competencias</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinación de estrategias técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación formativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación integral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroalimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto y Coevaluación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Entrevista</li> <li>✓ Prueba escrita</li> <li>✓ Observación</li> <li>✓ Productos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contenidos y destrezas</li> </ul>		

Esta definición, implica cambios en la escuela, redefinir el rol del docente y del estudiante, el currículo, las dinámicas institucionales e incluso las relaciones con el contexto;

<sup>1</sup> Las competencias del siglo XXI propuestas por el Proyecto ATC21s se puede revisar el trabajo completo en el sitio web <http://www.mep.go.cr/evaluacion-competencias-siglo-xxi>

además de considerar principios para la enseñanza de las mismas y repensarse el asunto de la evaluación formativa. En este texto se menciona además que:

*El aprendizaje por proyectos es una de las estrategias de aprendizaje activo más difundidas. Muchos piensan que es difícil de implementar porque absorbe mucho del tiempo que se tiene para cubrir la materia. Pero si lo ligamos a los contenidos centrales de la asignatura, puede ayudar a los estudiantes a alcanzar de forma más efectiva y profunda los objetivos establecidos en el currículo. Los proyectos más interesantes son los que articulan contenidos de distintas materias y los que ponen a los estudiantes en relación con problemas o situaciones reales. (p. 19)*

La relevancia de las competencias para el siglo XXI en este capítulo de la investigación, radica en el hecho de que uno de los principios para la enseñanza de las competencias (aprender haciendo), está ligado al aprendizaje activo y en este apartado la Fundación Omar Dengo, invita a revisar la estrategia ABPy y específicamente la propuesta del BIE, lo que muestra la estrecha relación que existe entre las competencias propuestas y el diseño de proyectos en el marco de los denominados “Estándares de Oro” y las características esenciales para el diseño de los mismos. Además, algunos de los asuntos mencionados en la tabla 30, se deberían considerar para el diseño de un proyecto y en definitiva esta visión aporta a la construcción de la noción del ABPy desde un componente de criticidad.

Aclaremos que no pensamos en que los contenidos deban dejarse a un lado, de hecho, la propuesta del BIE que será presentada más adelante ubica en el centro del proceso la selección de contenidos y las habilidades que se desean potenciar. Sin embargo, se deber ser enfáticos en la necesidad de diversificar las estrategias de enseñanza, que permitan relacionar esos contenidos y habilidades desde diferentes perspectivas

## **6.2. El rol docente y el rol del estudiante ¿y las familias?**

En el enfoque de enseñanza tradicional, basada por contenidos quedó expuesto el docente como centro real de todo el proceso y el estudiante como oyente pasivo. Contrario a esto, el Aprendizaje basado en Proyectos deja abierta la puerta de la negociación para que estudiantes y docentes puedan considerar cuál es la mejor forma de responder a la pregunta que orienta el proyecto, desencadenando un conjunto de estrategias para vincular a los estudiantes en la búsqueda de una respuesta que derive en la presentación de un producto a una comunidad educativa.

Aunque el ABPy expone la necesidad de centrar la atención en los estudiantes, consideramos oportuno aclarar que, al contrario de lo expuesto en algunas investigaciones donde se destaca únicamente la función del docente como un guía, lo que podría ser

interpretado como un sujeto pasivo en el acto de realizar un proyecto. En este sentido, nos identificamos mejor con la propuesta de Martí, Heydrich, Rojas y Hernández (2010); estos autores plantean, además de la idea del docente como un orientador o guía, dos elementos interesantes, el primero es la idea del ABPy *facilitado por el profesor*, lo cual podría estar relacionado con la necesidad de liderazgo del docente y la iniciativa inicial para emprender un proyecto, y el segundo, pensar que un proyecto *está diseñado para que el profesor también aprenda*, lo cual indica la participación activa del docente y la manera como puede llegar a involucrarse en las tareas del proyecto, de tal manera que termine aprendiendo del proceso.

**Respecto al estudiante**, el ABPy, se centra en él y promueve la motivación intrínseca; estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo; permite que los educandos realicen mejorías continuas e incrementales en sus productos, presentaciones o actuaciones; está diseñado para que el estudiante esté comprometido activamente en la resolución de la tarea; requiere que el estudiante realice un producto, una presentación o una actuación y es retador, y está enfocado en las habilidades de orden superior.

Con base en lo anterior, pensamos que el Aprendizaje basado en Proyectos reivindica al docente diseñador, planificador, orientador e investigador y al estudiante en continua actividad, otorgando a ambos, roles protagónicos donde existe una relación bidireccional y la experiencia se convierte en un constante aprendizaje mutuo. Esta sin duda, es la visión que tenemos sobre lo que ABPy debería propiciar en términos del rol de los sujetos principalmente involucrados (docente-discente)

*¿Y las familias?* Blanchard (2014) menciona que el proceso de socialización de los proyectos, no sólo se lleva a cabo en los centros educativos, sino que también se vive en los núcleos familiares y en el contexto del estudiantado. En este sentido, la familia y los agentes sociales también forman parte del proceso formativo, ya que esta tarea no solo es una competencia del equipo docente.

Atendiendo a lo anterior, Bantuveris (2013) menciona algunos de los aportes de las familias hacia el proceso de desarrollo de un proyecto: dar flexibilidad horaria y acompañar a los estudiantes, mostrar el trabajo de los estudiantes vía virtual, los padres pueden preparar material en sus casas que puede usarse para el proyecto, elaborar planes de trabajo que involucren a los padres, crear talleres que inviten a los padres de familia a asistir a la escuela, entre otros.

En definitiva, el ABPy, crea un ambiente de trabajo colaborativo que debería involucrar a diferentes actores de la comunidad educativa en la resolución de problemas en contexto.

### 6.3. El diseño en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)<sup>2</sup>

Hasta ahora, se percibe cierto consenso entre los investigadores al considerar el ABPy como una estrategia que sitúa al estudiante en el centro del proceso formativo, que fomenta la autonomía y con un gran énfasis en la investigación.

El referente principal de este trabajo se enmarca en la propuesta del Buck Institute for Education, una organización de investigación y desarrollo que trabaja con el fin de que las escuelas y aulas sean más efectivas gracias al uso de la enseñanza basada en problemas y proyectos. Uno de los logros del BIE es la creación de un modelo integral basado en la investigación de ABPy, que denominan "estándar de oro"<sup>3</sup> (ver figura 28), que consta de ocho elementos esenciales para ayudar a los maestros, escuelas y organizaciones a medir, calibrar y mejorar su práctica (BIE, 2015) y que ubica en el centro los conocimientos y habilidades.

Dichos estándares fueron seleccionados a partir de la revisión de la literatura y con la experiencia de los muchos educadores que han trabajado durante los últimos quince años con esta metodología, principalmente en los Estados Unidos.

A continuación, se describen cada una de estas características, las cuales fueron traducidas de la publicación "Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction" de Larmer, Mergendoller y Boss (ASCD 2015), por Liliana Leiva, en el marco del proyecto Generación N (2017)

#### 6.3.1. Objetivos de aprendizaje de los estudiantes

El aprendizaje de los estudiantes en relación al contenido académico y al desarrollo de habilidades está en el centro de cualquier proyecto bien diseñado. Al igual que la lente de una cámara, nuestro diagrama pone el foco de ABP en la preparación de los estudiantes para experiencias exitosas en la escuela y en la vida.



Figura 28: Modelo de oro" para estándares en PBL

<sup>2</sup> Parte de la información relacionada en este apartado ha sido tomada del "Manual para el aprendizaje basado en proyectos: una guía para el Aprendizaje basado en proyectos orientados por estándares" / fundación Omar Dengo; traducción por Silvian Hogg – San José, Costa Rica.

<sup>3</sup> Adaptado y trasladado de Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction, by John Larmer, John Mergendoller, Suzie Boss (ASCD 2015) por RUTA N y Parque Explora en el marco del proyecto Generación N (2017)

**a. Conocimientos.** El ABP enseña a los estudiantes los estándares importantes de contenido, conceptos y comprensiones profundas que son fundamentales para las materias escolares y las disciplinas académicas. En los buenos proyectos, los estudiantes aprenden a aplicar el conocimiento al mundo real y lo utilizan para resolver problemas, responder a preguntas complejas y crear productos de alta calidad.

**b. Habilidades:** El conocimiento del contenido y la comprensión conceptual por sí mismos no son suficientes en el mundo de hoy. En la escuela y la universidad, en el lugar de trabajo, como ciudadanos y en sus vidas en general, la gente necesita ser capaz de pensar críticamente y resolver problemas, trabajar bien con los demás y manejarse con eficacia. Llamamos a este tipo de competencias "habilidades de éxito". También se las conoce como "habilidades del Siglo XXI" o "habilidades de preparación para la Universidad y la Carrera".

Es importante tener en cuenta que las habilidades de éxito sólo se pueden enseñar a través de la adquisición de conocimiento de contenido y su comprensión. Por ejemplo, los estudiantes no aprenden habilidades de pensamiento crítico en abstracto, aisladas de la materia; las desarrollan pensando críticamente sobre matemáticas, ciencia, historia, inglés, temas de carrera / tecnología, y así sucesivamente.

Recomendamos que todos los proyectos incluyan un enfoque en estas habilidades de éxito: pensamiento crítico, solución de problemas, colaboración y autogestión. Los proyectos también pueden ayudar a construir otras habilidades, como hábitos de la mente y para trabajo, y cualidades personales, como la perseverancia o la creatividad, más relacionadas con lo que los maestros, las escuelas, los padres y las comunidades valoran; pero destacamos que la capacidad de pensar críticamente, saber trabajar colaborativamente y el trabajo propio son capacidades cruciales para el éxito.

### **6.3.2. Pregunta orientadora.**

El corazón de un proyecto – de lo que se "trata", si se quiere resumir - es un problema para investigar y resolver, o una pregunta para explorar y responder. Puede ser concreto (la escuela necesita hacer un mejor trabajo de reciclaje de residuos) o abstracto (decidir si cualquier guerra tiene justificación o cuándo la puede tener). Un problema o pregunta atractiva hace que el aprendizaje sea más significativo para los estudiantes. No sólo están ganando conocimiento para recordarlo, están aprendiendo porque tienen una necesidad real de saber algo, por lo que pueden utilizar este conocimiento para resolver un problema o responder a una pregunta que les importa. El problema o pregunta debe desafiar a los estudiantes sin intimidación.

Cuando los maestros diseñan y realizan un proyecto, sugerimos que ellos (a veces con los estudiantes) escriban el problema o pregunta central en forma de una "pregunta

orientadora" abierta y amigable para los estudiantes y que enfoque su tarea, como una tesis enfoca un ensayo (por ejemplo, "¿cómo podemos mejorar el sistema de reciclaje de nuestra escuela para que podamos reducir los desperdicios?" o "¿debería EE.UU. haber luchado en la guerra de Vietnam?").

### **6.3.3. Investigación continua**

Investigar es buscar información en profundidad, es un proceso más activo que simplemente "buscar algo" en un libro o en línea. El proceso de investigación lleva tiempo, lo que significa que un proyecto ABPy dure más de unos días. En ABPy, la investigación es iterativa. Cuando se enfrentan a un problema o pregunta desafiante, los estudiantes hacen preguntas, encuentran recursos para ayudarlos a responder, luego hacen preguntas más profundas y el proceso se repite hasta que se desarrolla una solución o respuesta satisfactoria. Los proyectos pueden incorporar diferentes fuentes de información, mezclando la idea tradicional de "investigación" - leer un libro o buscar en un sitio web - con entrevistas en terreno real con expertos, proveedores de servicios o usuarios. Los estudiantes también pueden investigar las necesidades de los usuarios de un producto que están creando, o la audiencia de una pieza de escritura o multimedia

### **6.3.4. Conexión con el mundo real.**

Cuando la gente dice que algo es real, generalmente significa que es genuino o auténtico, no falso. En la educación, el concepto tiene que ver con los contextos, lo cual es llamado desde la propuesta del BIE como conexión con el "mundo real", el cual aumenta la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. Un proyecto puede ser genuino de varias maneras, a menudo en combinación. Puede tener un contexto auténtico, como cuando los estudiantes resuelven problemas como los enfrentados por personas en el mundo fuera de la escuela (por ejemplo, empresarios desarrollando un plan de negocios, ingenieros diseñando un puente o asesores del presidente recomendando políticas).

Puede implicar el uso de procesos, tareas y herramientas del mundo real y estándares de rendimiento, como cuando los estudiantes planean una investigación experimental o usan software de edición digital para producir videos que se acercan a la calidad profesional. Puede tener un impacto real en otros, como cuando los estudiantes abordan una necesidad en su escuela o comunidad (por ejemplo, diseñar y construir un jardín escolar, mejorar un parque comunitario, ayudar a los inmigrantes locales) o crear algo que será usado o experimentado por otros. Finalmente, un proyecto puede tener autenticidad personal cuando está relacionado con las preocupaciones, intereses, culturas, identidades y asuntos de los estudiantes en sus vidas.

### **6.3.5. Voz y voto de los estudiantes.**

Tener voz en un proyecto crea un sentido de pertenencia en los estudiantes. Se preocupan más por el proyecto y trabajan más. Si los estudiantes no son capaces de usar su juicio al resolver un problema y responder a una pregunta orientadora, el proyecto sólo se siente como hacer un ejercicio o seguir un conjunto de instrucciones. Los estudiantes pueden tener aportaciones y (algunos) control sobre muchos aspectos de un proyecto, desde las preguntas que generan, hasta los recursos que usarán para encontrar respuestas a sus preguntas, a las tareas y roles que asumirán como miembros del equipo o productos que van a crear. Los estudiantes más avanzados pueden ir aún más lejos y seleccionar el tema y la naturaleza del proyecto en sí; pueden escribir su propia pregunta orientadora y decidir cómo quieren investigarla, demostrar lo que han aprendido, y cómo compartirán su trabajo.

### **6.3.6. Reflexión.**

John Dewey, cuyas ideas continúan aportando a nuestro pensamiento sobre ABPy, escribió: "No aprendemos de la experiencia. Aprendemos de la reflexión sobre la experiencia". A lo largo de un proyecto, los estudiantes - y el maestro - deben reflexionar sobre lo que están aprendiendo, cómo están aprendiendo y por qué están aprendiendo. La reflexión puede ocurrir de manera informal, como parte de la cultura y el diálogo del aula, pero también debe ser una parte explícita de las etapas del proyecto, dentro de la evaluación formativa programada, las discusiones en los puntos de control del proyecto y las exhibiciones públicas del trabajo del estudiante. La reflexión sobre el conocimiento del contenido y la comprensión adquirida ayuda a los estudiantes a solidificar lo que han aprendido y a pensar en cómo podría aplicarlo en otros lugares, más allá del proyecto. La reflexión sobre el desarrollo de habilidades ayuda a los estudiantes a interiorizar lo que éstas significan y a establecer metas para un mayor crecimiento. La reflexión sobre el proyecto en sí - cómo se diseñó e implementó - ayuda a los estudiantes a decidir cómo podrían abordar su próximo proyecto, y ayuda a los profesores a mejorar la calidad de su práctica de ABPy.

### **6.3.7. Crítica y Revisión.**

El trabajo de alta calidad de los estudiantes es un sello distintivo de los proyectos basados en estándares ABPy y tal calidad se logra a través de la crítica y la revisión reflexivas. Se debe enseñar a los estudiantes cómo dar y recibir comentarios constructivos que mejoren los procesos y productos del proyecto, guiados por rúbricas, modelos y guías de retroalimentación (crítica formal). Además de los compañeros y maestros, otros adultos y expertos externos también pueden contribuir al proceso de crítica, aportando un punto de vista real y auténtico. La "evaluación formativa" no sólo significa que los maestros dan

retroalimentación a los estudiantes, sino también que los estudiantes evalúan los resultados de su aprendizaje.

### **6.3.8. Producto para un público.**

Un "producto" puede referirse a algo tangible, a una presentación de la solución a un problema o a la respuesta dada a la pregunta orientadora del mismo. Hay tres razones principales para crear un producto público en un proyecto ABPy.

En primer lugar, un producto público añade poder motivador y anima a un trabajo de alta calidad de los estudiantes. Piense en lo que a menudo sucede cuando los estudiantes hacen presentaciones a sus compañeros y maestros. El reto no lo toman como elevado, por lo que pueden desmotivarse, no tomarlo en serio y no preocuparse tanto por la calidad de su trabajo. Pero cuando los estudiantes tienen que presentar o mostrar su trabajo a una audiencia más allá del aula, la barra de rendimiento sube, ya que nadie quiere aparecer mal en público. Cierta grado de ansiedad puede ser un motivador sano, pero demasiada ansiedad puede, por supuesto, disminuir el rendimiento - el truco es encontrar el punto medio, sin angustias - por lo que es importante que los estudiantes estén bien preparados para hacer su trabajo público.

En segundo lugar, mediante la creación de un producto, los estudiantes hacen tangible lo que han aprendido y cuando se comparte públicamente se vuelve discutible. En lugar de ser sólo un intercambio privado entre un único estudiante y un maestro, la dimensión social del aprendizaje adquiere mayor importancia. Esto tiene un impacto en la cultura de la clase y de la escuela, ayudando a crear una "comunidad de aprendizaje", donde los estudiantes y los maestros discuten lo que se aprende, cómo se aprende, qué son los estándares aceptables de desempeño y cómo se puede mejorar el desempeño estudiantil.

Por último, hacer público el trabajo de los estudiantes es una forma efectiva de comunicarse con los padres, los miembros de la comunidad y el resto del mundo sobre lo que es ABPy y lo que permite para los estudiantes. Cuando un salón de clases, una escuela o un distrito se abre al escrutinio público, el mensaje es: "esto es lo que nuestros estudiantes pueden hacer - somos más que resultados de exámenes (haciendo alusión a la presión que existe en muchas escuelas en relación con los resultados que se deben obtener en pruebas estandarizadas)". Muchas escuelas ABPy refuerzan este mensaje invitando a la comunidad a una exhibición abierta de trabajos de proyectos, lo que ayuda a construir la comprensión y el apoyo al ABP entre las partes interesadas. Cuando el público ve la calidad de los Productos que los estudiantes pueden crear a menudo se sorprenden y desean ver más.

Para iniciar un proyecto se requiere de una revisión detallada de los contenidos del currículo, de la realización de una lectura del contexto y de la identificación de un asunto que constituya un desafío para los estudiantes. Al respecto, Larmer y Mergendoller (2015)

mencionan que “el corazón de un proyecto es un problema que investigar o una pregunta que explorar y responder”.

En este sentido, un aspecto fundamental para el éxito de un proyecto se relaciona con el grado de complejidad del desafío, la pregunta o el problema. En este momento, el buen maestro que conoce las potencialidades de sus estudiantes (edad, conocimientos previos, nivel de desarrollo) debería proponer desafíos cercanos a las capacidades de los estudiantes; es decir, que no sean demasiado complejos ni demasiado sencillos.

El ABPy no es fácil de introducir, incluso las implantaciones más modestas implican un cambio profundo en la organización de al menos 5 o 6 semanas del curso, puesto que debe haber tiempo suficiente para que los grupos puedan tomar sus propias decisiones y elaborar versiones preliminares de los productos encargados, de forma que puedan recibir retroalimentación por parte del profesorado, y con sus aportaciones mejorar los productos definitivos (Valero- García, M., García Zubía, J., 2011).

Dentro del diseño de un proyecto es importante considerar su aplicación desde diferentes áreas del conocimiento. Garrigós y Valero García (2012) mencionan que una aplicación aislada puede generar incluso conflictos con las asignaturas del mismo nivel del plan de estudios, que compiten entre ellas por la dedicación de los estudiantes. Por otra parte, el aprendizaje por parte de los estudiantes de esta nueva forma de trabajar requiere un esfuerzo que solo da sus mejores frutos si existe una continuidad en el uso de los métodos de trabajo. Una asignatura aislada corre el peligro de recoger únicamente las inevitables frustraciones de las primeras experiencias de trabajo en grupo, planificación de las tareas, etc.

Para el diseño del proyecto, y atendiendo a lo descrito anteriormente es importante tener en cuenta los posibles errores o aspectos que se deberían tener en cuenta para que el proyecto sea una experiencia significativa para los estudiantes. En la tabla 31, se presenta una reinterpretación de los aspectos propuestos en el reporte de García y Valero-García (2011) y algunas relaciones evidenciadas con las características esenciales para el diseño de proyectos propuestos por el BIE. Algunas de las consideraciones de los autores, se recogen en un aspecto más abarcador y se relaciona con cada característica, como una posible alternativa para superar o entender los errores comunes durante el desarrollo del ABPy, y para la formulación de algunas oportunidades de mejora en el marco del diseño de un proyecto.

Los elementos presentados en la tabla 31 constituyen un punto de partida para el diseño del Proyecto del estudio II.

**Tabla 31.** Reinterpretación de los aspectos propuestos en el reporte de García y Valero-García (2011)

	Ítem	Característica esencial (BIE)
Errores comunes	<b>Asignar un mayor peso a la evaluación del producto final:</b> Cuando el peso del proyecto y el seguimiento son adecuados, el esfuerzo de los estudiantes es mayor y los resultados mejores. Pero se suele caer en el error de dirigir los esfuerzos al producto final, descuidando las actividades desencadenantes de aprendizaje. Se suelen mantener exámenes finales o estrategias tradicionales de evaluación.	<b>Investigación continua y reflexión:</b> El método de evaluación debe proyectar nítidamente la idea de que para aprobar la asignatura no hay más camino que trabajar de manera continuada, hacer un buen proyecto y superar las exigencias de aprendizaje individual establecidas. Se investiga continuamente y se establecen espacios de reflexión claramente para no caer en el error de dedicarle tiempo solo a un producto o actividad específica.
	<b>No realizar seguimiento ni entregar retroalimentación:</b> Se dejarán el trabajo para el último momento y tendrán dificultades sin tiempo de reacción (incluso copiarán). Este error se da con frecuencia combinado con el anterior error (y la combinación es explosiva).	<b>Crítica y revisión:</b> El proyecto debe tener asociado una serie de entregas, no sólo finales sino también parciales. Especialmente importante es planificar una entrega tipo “primera versión del producto final” que permita al profesorado tener una visión global del proyecto a tiempo de intervenir si es necesario para ayudar a conseguir el éxito final.
	<b>No tener en cuenta al estudiante:</b> Un error común es llegar con el proyecto diseñado, sin tener en cuenta los aportes, dudas o sugerencias de los estudiantes. Solemos pensar como docentes que la planeación y las actividades deben ser impuestas.	<b>Voz y voto de los estudiantes:</b> Permitir a los estudiantes participar del diseño podría generar una mayor predisposición para aprender. El establecimiento de acuerdos, la conformación de grupos y la asignación de roles suelen ser efectivas para el desarrollo de un proyecto.
	<b>Pasividad del docente durante el proceso:</b> Un error común es malinterpretar el rol de docente guía, al pretender que los estudiantes resuelvan sus asuntos por sí solos, sin brindar las herramientas necesarias para que alcancen los objetivos propuestos.	<b>Conocimientos y habilidades:</b> En el centro del proceso están los conocimientos y habilidades que deseamos potenciar en los estudiantes. En este sentido, el docente debe estar dispuesto no solo a formular el proyecto sino a entregar los conceptos necesarios para ayudar en la construcción del conocimiento y esto solo logra cuando se realiza una retroalimentación efectiva.
Oportunidades de mejora	<b>Plantear un reto ambicioso (pero asequible):</b> Los estudiantes (y en general, las personas) se motivan más cuando se les plantea un reto ambicioso (incluso que parece por encima de sus posibilidades). Si además los criterios de calidad del producto y los criterios de evaluación del curso están claros es más fácil que hagan un buen trabajo (y será más fácil para nosotros evaluarlo).	<b>Pregunta orientadora:</b> La pregunta orientadora ofrece una oportunidad para que los estudiantes entiendan cual es el propósito del proyecto y establezcan relaciones con los conceptos que se aborde, de tal manera que propongan soluciones creativas que deriven en la elaboración de un producto para un público cercano a sus intereses y las demandas del contexto.

	<p><b>Planificar el trabajo:</b> La mejor forma de que los estudiantes perciban que el reto ambicioso es a la vez asequible es presentarles un plan detallado de lo que tienen que hacer semana a semana para alcanzar el objetivo.</p>	<p><b>Cronograma:</b> Un buen cronograma permite que los estudiantes distribuyan el tiempo eficientemente, observen orden en lo que el docente propone y establezcan estrategias para aprovecharlo al máximo.</p>
	<p><b>Reconocimiento del contexto e identificación de problemáticas:</b> Ofrecer proyectos que involucren situaciones cercanas al contexto de los estudiantes podría derivar en un mayor interés por proponer soluciones. Un problema real, del ámbito local podría ser más interesante y un ofrecer un reto mayor, más aún, si se establece como estrategia la socialización a la comunidad,</p>	<p><b>Conexión con el mundo real:</b> conectar con el mundo real, es leer el contexto, identificar problemas cercanos y llevarlos a los estudiantes en forma de preguntas orientadores que sean asequibles y que posibiliten el intercambio de ideas. En este sentido, las salidas pedagógicas de reconocimiento, la visita de un experto, los debates, entre otras estrategias, podrían favorecer el aprendizaje significativo de los conceptos.</p>
	<p><b>Conexión con otras áreas del saber:</b> Mostrar a los estudiantes que las problemáticas estudiadas no son exclusivas del área de trabajo, podría representar una oportunidad para que propongan soluciones desde diferentes perspectivas.</p>	<p><b>Interdisciplinariedad:</b> una mirada interdisciplinar podría favorecer la vinculación entre varias disciplinas lo cual permite darle solución a problemas complejos que requieren de una mirada integral</p>
	<p><b>Generar interdependencia positiva y exigibilidad individual:</b> Los estudiantes deben tener la percepción de que sólo van a conseguir el éxito si todos los miembros del grupo se implican en el trabajo (interdependencia positiva). Además, debe quedar claro que cada estudiante deberá rendir cuentas individualmente de su nivel de aprendizaje, según los objetivos formativos establecidos (exigibilidad individual)</p>	<p><b>Trabajo colaborativo:</b> el trabajo grupal representa una oportunidad para aprender del otro, para poner a prueba mis ideas y contrastarla con mis compañeros de proyecto. Un asunto relevante, es el hecho de asignar roles y permitir a los integrantes de un grupo asumir responsabilidades específicas con base en sus fortalezas, destrezas y habilidades.</p>

#### 6.4. El mapa del proyecto y su planificación

Tomando como base los aspectos mencionados en las Tablas 30 y 31 y las competencias para el siglo XXI, se presenta en la tabla 32, un conjunto de preguntas que pretenden orientar el diseño del proyecto atendiendo a cada una de las características propuestas por el BIE.

**Tabla 32.** Preguntas orientadoras para el diseño de un proyecto

<b>Investigación continua</b>		<b>Voz y voto del estudiante</b>
¿Qué fuentes de investigación serán consideradas? ¿Cómo sistematizar y usar la información? ¿Cómo vincular las TIC a las tareas del proyecto? ¿Qué lugares, expertos y materiales serán considerados en el proyecto?		¿Cómo se van a organizar los grupos de trabajo? ¿Qué decisiones podrán tomar los estudiantes? ¿Cuáles serán los roles de los participantes?
<b>Reflexión</b>	<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Conexión con el mundo real</b>
¿Qué espacios o momentos se van a propiciar para la reflexión y toma de decisiones?	¿Qué queremos investigar? ¿Qué reto queremos proponer? ¿Qué problema queremos solucionar?	¿Qué personas deben implicarse en el proyecto? ¿Qué problemas del contexto se pretenden trabajar? ¿Qué lugares, expertos y materiales se podrían relacionar con los propósitos del proyecto?
<b>Crítica y Revisión</b>	<b>Conocimientos y habilidades</b>	<b>Producto para un público</b>
¿Cuáles estrategias de evaluación se van a considerar? ¿Qué insumos se van a utilizar para realizar seguimiento?	¿Qué conocimientos y habilidades se desean potenciar? ¿Qué contenidos se van a privilegiar durante el proyecto?	¿Cuáles serán las estrategias de socialización? ¿Qué tipo de productos se podrían esperar?

Las preguntas propuestas en cada uno de los sectores intentan aportar claridad al docente que diseña, en términos de lo que debería pensarse en el momento de planear una actividad que atienda a alguna o a varias de las características esenciales que forman parte del formato. Al respecto, es importante aclarar que las preguntas son solo una guía y deberían ser reinterpretadas en función de los propósitos del proyecto que se diseñe.

Después de pensar en el diseño del proyecto a partir de las preguntas orientadoras, es importante estructurar el proyecto, estudiar las necesidades de los estudiantes, planificar y estimar el tiempo de ejecución y planear tareas que sean potencialmente significativas. En este sentido, una de las formas de plasmar estas decisiones, es mediante el uso de un guion gráfico que permita tanto a docentes como a estudiantes tener claro hacia dónde se dirige su proyecto.

Atendiendo a lo anterior, el BIE y la fundación Omar Dengo en el 2003, proponen los siguientes cuatro pasos:

- a. **Organización de las tareas y las actividades.** Desglose los productos del proyecto en un conjunto de actividades ya que podrían resultar esenciales para planear sólidamente la evaluación y para determinar el tiempo requerido para cada tarea. Es importante plantearse preguntas como, ¿saben los estudiantes lo suficiente como para desempeñarse exitosamente en las tareas del proyecto?, ¿saben cómo llevar a cabo una entrevista?, ¿saben investigar en la Web? Este proceso de organización es llamado “andamiaje” y lo definen como:

*“El andamiaje es el término educativo para construir el conocimiento y las habilidades que los estudiantes necesitan para desarrollar una nueva tarea. Pero este no es un argumento para dejar el proyecto para el final del año. Los proyectos empujan a los estudiantes a través de un currículo difícil, y a veces es mejor ofrecerles aprender por medio de este proceso, en lugar de ser enseñados mediante la instrucción directa” pp. 101*

- b. **Decidir cómo presentar el proyecto.** Podría interpretarse como el lanzamiento del proyecto, esa decisión que como maestro se toma para “engancha” a los estudiantes. Al respecto, un cine un foro, una lectura, un experto que comparta sus ideas sobre el tema e incluso un juego pueden ser actividades iniciales de gran impacto y motivación para los aprendices. *“la meta esencial es comenzar a ayudar a los estudiantes para que, rápidamente, entiendan el alcance del proyecto, los productos que se requerirán y las evaluaciones que se efectuarán en el proyecto”*

- c. **Reunir los recursos.** Es recomendable tener a la mano materiales y fuentes de consulta, posibles contactos de lugares para salidas pedagógicas, rúbricas, permisos de los padres de familia, es decir, todos aquellos insumos que aporten en la solución de las tareas. Además, es necesario asignar tiempo del proyecto para que los estudiantes aprendan a manejar o direccionar algunos recursos.

*“los recursos deben seleccionarse para incrementar el poder del proyecto. Aunque los estudiantes suelen disfrutar el uso de recursos, en especial los recursos tecnológicos, no todos ellos favorecen el aprendizaje. Los recursos son más poderosos para dar soporte al proyecto cuando incrementan la eficacia de las tareas del proyecto, incrementan la información disponible para los estudiantes o les permiten investigar conceptos críticos o principios de modo más cuidadoso, significativo y más realista.” pp 103*

- d. **Dibuje un guion gráfico.** Resulta importante, al definir las actividades del proyecto, esbozarlo gráficamente, mediante un cronograma, mapa conceptual u otro tipo de organizador gráfico que indique los momentos clave, asignaciones, tiempo y otros detalles.

### 6.5. ¿Falsos proyectos?

Ya desde 1998, Lacueva, en su reporte, “la enseñanza por proyectos: ¿mito o reto?” advertía sobre la necesidad de definir adecuadamente lo que se estaba entiendo por proyecto y cuáles eran sus características, precisamente para no caer en la formulación de “falsos proyectos”. Al respecto, en su trabajo menciona que debemos estar atentos a algunas situaciones que podrían desencadenar un falso proyecto, entre ellas menciona:

- a. Las tareas para la casa, que consisten en buscar información sobre un tema señalado por el docente, copiando de los libros sin mayor procesamiento ni análisis.
- b. Las experiencias de laboratorio, en las que los niños siguen instrucciones paso a paso, sin más.
- c. Las encuestas elaboradas por el docente o el texto, que los estudiantes se limitan a pasar y procesar bajo instrucciones externas.
- d. Las observaciones hechas por mandato, rellenando guías entregadas al efecto.
- e. Las indagaciones realizadas a partir de problemas que se plantea el docente, un equipo de docentes o el programa oficial, y para las cuales se correlacionan contenidos programáticos de manera más o menos forzada

En definitiva, la autora dice que:

*no son proyectos todas aquellas actividades en las que el problema y la metodología ya vienen dados y donde las niñas y niños se limitan a actuar, en todo caso, como «ayudantes de investigación». A veces algunas de estas labores pueden resultar valiosas, pero no las clasificamos como proyectos sino, si califican, como trabajos cortos. Para ser proyectos les falta la fuerza de la iniciativa y de la autogestión infantil*

### 6.6. Aprendizaje basado en proyectos y su relación con la teoría del aprendizaje significativo crítico.

Después de abordar los elementos anteriores, se presenta a continuación a partir de la revisión de algunas investigaciones sobre ABPy y a la luz de los principios del Aprendizaje

Significativo Crítico (TASC) una propuesta de articulación entre las características esenciales para el diseño de un proyecto (BIE) y dichos principios, con el propósito de servir de marco de referencia para el diseño posterior de los estudios presentados en esta tesis.

Inicialmente, después de revisar algunas investigaciones (Martí, Poveda, Gurguí y Gil 2011; Garrigós y Valero-García 2012; Torres 2010; Manzo y Ezquerra 2014) se puede apreciar que el ABPy no suele estar sustentado desde los marcos conceptuales por una teoría de aprendizaje y específicamente por la Teoría del Aprendizaje Significativo; sin embargo, esto no es una generalización, ya que otros estudios utilizan el lenguaje propio de esta teoría.

Al respecto, en la tabla 33 se presentan algunas investigaciones que mencionan asuntos que intentan relacionar el ABPy con la TAS; sin embargo, estas consideraciones no parecen ser tenidas en cuenta luego en los diseños metodológicos y los análisis de los resultados, aunque hay excepciones.

**Tabla 33.** La TAS como marco de referencia en investigaciones sobre ABP

Investigaciones	Asuntos relacionados con la TAS
Remacha y Belletich (2015) El método de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en contextos educativos rurales y socialmente desfavorecidos de la educación infantil.	La Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, Novak y Hanesian (1983) nos sirvió como guía para comprobar si era viable o no, el cambio del modelo transmisivo al modelo de construcción significativa del aprendizaje a partir del método de ABP y de las dinámicas de toma de conciencia (acción razonada) trabajadas con EEAR.
López (2015) Aprendizaje Basado en Proyectos para el desarrollo de las competencias profesionales del maestro: una propuesta de innovación docente desde la Didáctica de las Ciencias Sociales.	Este método de trabajo en el aula no se identifica con una corriente estricta, sino que “toma en consideración aspectos relativos al proceso de aprendizaje (constructivismo); al intercambio y el apoyo como base para la construcción de los significados y el establecimiento de las relaciones sociales y de convivencia (enfoque cooperativo); la integración de los contenidos y el reconocimiento de distintas formas de saber para interpretar la complejidad de la cultura actual (currículum integrado); la investigación como proceso de búsqueda que conduce a la asimilación significativa de las habilidades, procedimientos y actitudes que se pretenden desarrollar (aprender investigando); la necesidad de hacer del conocimiento un objeto al servicio de la mejora de la realidad en la que se vive (perspectiva crítica) e implicar en esta tarea a toda la comunidad de forma que aprender se constituya en una acción social y abierta (orientación comunitaria)” (Ibidem, p. 26).

Martí, Heydrich, Rojas y Hernández (2010) Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente.	El ABP desde el punto de vista del profesor “Afianza sus raíces en el constructivismo (modelo de aprendizaje social);”
Morales y García (2015) Un aprendizaje basado en proyecto en matemática con alumnos de undécimo grado	El estudio se orientó en los principios del aprendizaje significativo y de estrategias didácticas.
Imaz (2015) Aprendizaje Basado en Proyectos en los grados de Pedagogía y Educación Social: “¿Cómo ha cambiado tu ciudad?”	El Aprendizaje Basado en Proyectos posibilita la participación activa del alumnado, el contacto con la realidad y el aprendizaje significativo para el futuro profesional de los alumnos.
De la Fuente Casas (2012) Aprendizaje por proyectos en educación infantil.	<p>Para todo ello utilizamos un aprendizaje significativo, es decir, un aprendizaje que pretende partir de lo que los niños/as ya saben, esquemas, hipótesis...etc ante la temática que se debe abordar.</p> <p>Por tanto, podemos hablar de unos fundamentos pedagógicos, en los que se sustenta el trabajo por proyectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La enseñanza por descubrimiento (Brunner).</li> <li>El aprendizaje significativo. (Ausubel)</li> <li>La globalidad.</li> <li>El constructivismo en el lenguaje. (Vygotsky).</li> <li>La evaluación procesual.</li> </ol>
Collazos (2009) Enseñanza de la conservación del momento angular por medio de la construcción de prototipos y el aprendizaje basado en proyectos	<p>Este tipo de prácticas educativas como el aprendizaje basado en proyectos permite generar actividades más flexibles y acordes con las necesidades del estudiante de modo que puede generar un ambiente más indicado para desarrollar un aprendizaje significativo según Ausubel. P. 428</p> <p>Las estrategias de instrucción basada en proyectos tienen sus raíces en la aproximación constructivista que se desarrolló a partir de los trabajos de psicólogos y educadores tales como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey. P. 428</p>

Después de revisar estas investigaciones, sobresale el trabajo presentado por Remacha y Belletich (2015), que hace énfasis en el uso de la TAS para fundamentar su propuesta ABPy; a propósito, los autores parecen reconocer la importancia de la TAS, ya que, en el análisis de la dimensión psicosocial, este referente fue utilizado para la interpretación de la información y se resalta como “en el modelo ABP, esto representa que, aunque por lo general

los estudiantes venían de rutinas de no participación activa en el aprendizaje, el proyecto dinamizó esta otra forma de participar, como una ventaja en los entornos de enseñanza tradicional y de modelos pasivos de aprendizaje”. pp. 102.

Además, en la fundamentación teórica remarcan que

*“el método de ABP sigue el principio de construcción significativa del conocimiento como estrategia instructiva confirmada en los estudios de Vygotsky (1995), Bruner (1987), Piaget (1981) y Dewey (2008); el principio de desarrollo paulatino de las bases del pensamiento crítico, confirmado en los estudios de Katz & Chard (2000) sobre los efectos a largo plazo de incorporar el trabajo por proyectos a edades tempranas.” Pp. 92*

En los demás estudios, más allá de lo presentado en la tabla 33, no se logran evidenciar asuntos fundamentales de la TAS como la indagación de ideas alternativas, los conceptos de reconciliación integradora y diferenciación progresiva o el uso de herramientas como el mapa conceptual o la V heurística, asuntos que en la TAS resultan valiosos para analizar luego los aprendizajes de los estudiantes y para poder determinar su significatividad.

Los elementos mencionados anteriormente, se deberían tener en cuenta en el momento de diseñar un proyecto, para su aplicación y su posterior evaluación. De tenerlos en cuenta, se empezaría a configurar una visión del ABPy que va más allá de la simple ejecución de un conjunto de actividades. Aunque el componente de criticidad enunciado por Moreira (2010) en los once principios de su propuesta, parecen no ser considerados en la mayoría de los estudios revisados, es importante aclarar que se pueden encontrar de forma implícita algunos de ellos sin necesidad de ser explicitados, aunque no es tarea de este capítulo presentar este análisis en particular.

Por consiguiente y tomando como base lo enunciado hasta aquí, se presenta a continuación un acercamiento entre la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) y las características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el BIE (2015) que da como resultado un esquema que además de lo presentado durante este capítulo, sirve como apoyo para definir luego una propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos desde una visión crítica o ABPyC.

### **6.6.1. Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico.**

Tal como señala Moreira (2005), el Aprendizaje Significativo Crítico permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Se trata de una perspectiva antropológica sobre las actividades de su grupo social, que permite al individuo participar de

tales actividades, pero, al mismo tiempo, reconocer cuándo la realidad se está alejando tanto que no puede ser captada por el grupo.

A la luz de esta teoría, se proponen un conjunto de principios (once en total) que aportan elementos facilitadores del aprendizaje significativo crítico. Estos son:

1. Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos.
2. Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.
3. Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos.
4. Principio del aprendiz como perceptor/representador.
5. Principio del conocimiento como lenguaje.
6. Principio de la conciencia semántica.
7. Principio del aprendizaje por el error.
8. Principio del desaprendizaje.
9. Principio de incertidumbre del conocimiento
10. Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.
11. Principio del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable.

Los principios enunciados anteriormente, fueron clasificados por López (2014) en tres categorías; principios conceptuales y disciplinares, epistemológicos y pedagógico-didácticos (ver tabla 34). Al respecto, la autora enfatiza en que esta clasificación no es estricta, pues un principio determinado también podría atender asuntos de otra categoría. En este sentido, los principios conceptuales buscarían favorecer y poner en juego el dominio sobre un determinado campo de conocimiento; los epistemológicos propenden hacia una visión del conocimiento científico como invención o construcción humana incierta y provisional, y en permanente evolución y los pedagógico-didácticos que buscan combatir la idea de que el libro de texto y la pizarra son los grandes poseedores de conocimiento, vistos por algunos como elementos portadores de respuestas ciertas, de verdades absolutas.

Es importante aclarar que esta clasificación se basó en la primera versión de la TASC, la cual solo consideraba 9 principios (2005) (tabla 34); después, para la segunda versión propuesta por Moreira (2010), se incluyen los principios: *del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos* y *del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable*.

**Tabla 34.** Clasificación de los principios de la TASC López (2014)

<b>Principios Facilitadores de la TASC (Moreira 2005)</b>	
<b>Principios epistemológicos:</b> Se consideran en esta categoría los principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico que propenden por una visión del conocimiento científico como invención o construcción humana incierta y provisional, y en permanente evolución	<i>Aprender que la persona aprende corrigiendo sus errores (Principio del aprendizaje por el error).</i>
	<i>Aprender a desaprender, a no usar conceptos y estrategias irrelevantes para la supervivencia (Principio del desaprendizaje).</i>
	<i>Aprender que las preguntas son instrumentos de percepción y que las definiciones y las metáforas son instrumentos para pensar (Principio de la incertidumbre del conocimiento).</i>
	<i>Aprender que el significado está en las personas, no en las palabras (Principio de la conciencia semántica).</i>
<b>Principios pedagógico – didácticos:</b> Se refiere a los principios que buscan combatir la idea de que el libro de texto y la pizarra son los grandes poseedores de conocimiento, vistos por algunos como elementos portadores de respuestas ciertas, de verdades absolutas	<i>Aprender a partir de distintos materiales educativos (Principio de la no centralidad del libro de texto).</i>
	<i>Aprender a partir de diferentes estrategias de enseñanza (Principio de la no utilización de la pizarra).</i>
<b>Principios conceptuales y/o disciplinares:</b> Podría denominarse así a los principios que de alguna manera buscan favorecer y poner en juego el dominio sobre un determinado campo de conocimiento	<i>Aprender que somos perceptores y representantes del mundo (Principio del aprendiz como perceptor/representador).</i>
	<i>Aprender que el lenguaje está totalmente involucrado en todos los intentos humanos de percibir la realidad (Principio del conocimiento como lenguaje).</i>
	<i>Aprender/enseñar preguntas en lugar de respuestas (Principio de la interacción social y del cuestionamiento).</i>

Tal como menciona Moreira (2010) en el principio 11, *del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable*. Este principio es complementario al de la no utilización de la pizarra que, a su vez, es complementario al de la no centralidad del libro de texto, por lo tanto, éste podría ser ubicado como principio Pedagógico didáctico. En cuanto al principio *del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos*, el autor menciona que no es difícil aceptar que aprendemos a partir de lo que ya sabemos y que, por lo tanto, nuestro conocimiento previo, sea cual sea (subsunores, esquemas, constructos, representaciones, modelos mentales...), es la principal variable que influye en la adquisición significativa de

nuevos conocimientos; por esta razón, se podría considerar como un principio necesario para visibilizar los demás.

Atendiendo a la propuesta más reciente de la TASC y a los argumentos entregados anteriormente, en la tabla 35, se presenta una adaptación a la clasificación de los principios, tomando como referente principal la propuesta de López (2014) y la inclusión de dos principios.

En esta propuesta se presenta en el centro de los principios, el número 1 o *Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos* y se representan los demás, en una especie de ciclo, enfatizando nuevamente lo expuesto por López (2014) “esta clasificación no es estricta, pues un principio determinado también podría atender asuntos de otra categoría”

Además, Moreira (Ibid.) expresa que todos los principios son viables para su implementación en el aula y, al mismo tiempo, es crítico (subversivo) sobre lo que normalmente ocurre en la praxis docente. Desde la visión del propio autor, la implementación de esos principios del aprendizaje se favorece con un currículum y un contexto (medio social; sistema educativo) y requiere una evaluación coherente con dichos principios; de lo contrario, el aprendizaje escolar (en todos los niveles) seguirá siendo mecánico; tal vez significativo, en algunos casos, pero nunca crítico, en el sentido antropológico, subversivo, propuesto.

**Tabla 35.** Clasificación de los principios de la TASC (2010)  
Adaptado de López (2014) – nueva clasificación – elaboración propia

Principios conceptuales y disciplinares			
Interacción social y del cuestionamiento.		Aprendiz como perceptor/representador	Del conocimiento como lenguaje.
<i>Principios Pedagógico-Didácticos</i>	Del abandono de la narrativa...	<i>Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos.</i>	Conciencia Semántica.
	De la no utilización de la pizarra...		Aprendizaje por error.
	No centralización en el libro de texto...		Incertidumbre del conocimiento.
			Del desaprendizaje
			<i>Principios Epistemológicos</i>

Por lo tanto, se propone elaborar un esquema que permita relacionar los estándares del ABPy a partir de sus características esenciales con algunos de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC)

Para la construcción del esquema ABPy en relación con los principios de la TASC, se realiza una selección de información, principalmente de dos textos, el primero sobre los ‘Estándares ABP: Características esenciales del Aprendizaje Basado en proyectos’<sup>4</sup> y el segundo sobre el ‘Aprendizaje Significativo Crítico’<sup>5</sup>, con la pretensión de buscar una aproximación coherente entre ambos referentes.

Para la selección de los principios se parte de la lectura de las fuentes de información y se realiza un análisis comparativo; esta acción permitió relacionar algunos de los principios de la TASC con las características del modelo ABPy. Para esto, se construyeron tablas con el principio seleccionado y las características sugeridas por el “modelo de oro” que más se ajustaban a los siguientes criterios: ideas clave o asuntos cercanos y los propósitos de la investigación principal. Los resultados y su discusión se presentan a continuación.

### **6.6.2. Compatibilidad de la TASC con el ABPy**

La presentación de los resultados y su respectiva discusión se realizan en dos momentos, el primero, dedicado a la presentación de los principios de la TASC seleccionados y su conceptualización alrededor de las características del ABPy y el segundo, intenta representar mediante un esquema la posible compatibilidad entre los referentes revisados.

*6.6.2.1. Momento 1: Principios de la TASC seleccionados y su conceptualización (Moreira, 2005) sobre las características del ABPy.*

Antes de presentar los principios seleccionados, es necesario dejar claro que el *Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos* será el eje central de la propuesta; esto debido a lo expresado por Moreira en la enunciación de este principio “Es decir, para ser crítico de algún conocimiento, de algún concepto, de algún enunciado, en primer lugar, el sujeto tiene que aprenderlo significativamente y, para eso, su conocimiento previo es, aisladamente, la variable más importante.”

1. *Principio de la interacción social y del cuestionamiento: enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.* En la lectura de este principio es claro que cuando un alumno formula una pregunta relevante, apropiada y sustantiva, está utilizando su conocimiento previo de forma no arbitraria y no literal, y eso es evidencia de aprendizaje

---

<sup>4</sup> Adapted and translated from Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction, by John Larmer, John Mergendoller, Suzie Boss (ASCD 2015). Traducido por Liliana Leiva, Proyecto GeneraciónN (2017)

<sup>5</sup> Versión revisada y extendida Publicada también en Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, n° 6, pp. 83- 101, 2005, con el título Aprendizaje significativo crítico. En <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritesp.pdf>

significativo. En este sentido, este principio estaría relacionado en el marco de la estrategia ABPy con la *formulación de las preguntas orientadoras del proyecto*, el intercambio de ideas con los compañeros de grupo y la posibilidad de utilizarlas para generar un conocimiento mayor respecto al evento, fenómeno o problema que se analice en un contexto específico, permite establecer relaciones coherentes con este principio.

En este sentido y en concordancia con lo planteado por Moreira, una enseñanza basada en respuestas transmitidas primero del profesor para el alumno en las aulas y, después, del alumno para el profesor en las evaluaciones, no es crítica y tiende a generar aprendizaje no crítico, en general mecánico. Por el contrario, una enseñanza centrada en la interacción entre profesor y alumno enfatizando el intercambio de preguntas tiende a ser crítica y suscitar el aprendizaje significativo crítico. “Cuando se aprende a formular preguntas –relevantes, apropiadas y sustantivas– se inicia con motivación e interés el proceso se aprende a aprender y nadie nos impedirá aprender lo que queramos” (Moreira, *Ibid.*)

2. *La no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.* El uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que impliquen la participación activa del estudiante y, de hecho, promuevan una enseñanza centrada en el alumno es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico.

Pero una característica esencial del ABPy es la enseñanza centrada en el alumno, que aporta elementos para la *investigación continua*; la característica que más se relaciona con este principio ya que tal y como lo menciona Moursund (2007) citado en Rodríguez; Vargas y Luna (2010), esta técnica didáctica fomenta la autonomía en el aprendizaje, propicia el aprendizaje colaborativo y genera habilidades para resolver problemas en contexto. Moreira lo menciona en su escrito, “no es preciso buscar estrategias sofisticadas. La no utilización de la pizarra lleva naturalmente al uso de actividades colaborativas, seminarios, **proyectos**, investigaciones, discusiones, paneles, entre otros.

3. *Principio del aprendiz como perceptor/representador.* “La cuestión es que el aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa: todo lo que el alumno recibe, lo percibe”. En este sentido, *la conexión con el mundo real y la elaboración de un producto* en la estrategia ABPy, estarían sujetos a las percepciones que tengan los estudiantes y los docentes durante el desarrollo de un proyecto y que serán luego representadas con base en lo identificado en su contexto, percibido en su mundo y presentado a través de un producto, el cual será sometido a evaluación y que necesariamente varía de un tipo de proyecto a otro, debido a las diferentes formas de ver el mundo.

Atendiendo a lo anterior, este principio menciona que “la idea de percepción/representación nos trae la noción de que lo que “vemos” es producto de lo que creemos que “está” en el mundo. No vemos las cosas como son, sino como nosotros somos. Siempre que decimos que una cosa “es”, no lo es”. En términos de la enseñanza, eso significa que el profesor estará siempre lidiando con las percepciones de los alumnos en un momento dado. Más aún, como las percepciones de los alumnos vienen de sus percepciones previas, que son únicas, cada uno de ellos percibirá de manera única lo que se les está enseñando.

4. *Principio del abandono de la narrativa, de dejar que el alumno hable.* Tener voz y voto, ésta es una de las características esenciales de la estrategia ABPy. Al respecto, la enseñanza centrada en el alumno, teniendo al profesor como mediador, posibilita que el alumno hable más. Dejar que el estudiante hable implica usar estrategias en las cuales los alumnos puedan discutir, negociar significados, presentar oralmente al grupo los productos de sus actividades colaborativas, recibir y hacer críticas. Es tal vez el principio que presenta una relación más evidente con la estrategia ABPy.

5. *Principio del aprendizaje por error.* En este principio, Postman (1996, p. 120) citado en Moreira (2005) sugiere una metáfora: “los profesores como detectores de errores que intentasen ayudar a sus alumnos a reducir errores en sus conocimientos y habilidades”. O sea, tales profesores buscarían ayudar a sus alumnos a ser también detectores de errores. Esto nos remite, otra vez, a la idea de aprendizaje significativo crítico; buscar sistemáticamente el error es pensar críticamente, es aprender a aprender, es aprender críticamente rechazando certezas, encarando el error como algo natural y aprendiendo a través de su superación. ¿Cómo relacionar este principio con el ABPy?

Pareciera que las características del ABPy que permiten responder la pregunta anterior, están relacionadas con la *reflexión* y la *revisión y crítica*, ambas características apuntan a la autoevaluación y la coevaluación, lo cual permite atender los problemas que se puedan presentar durante el desarrollo de un proyecto. Esta cuestión permite que los estudiantes evalúen su propio aprendizaje y en esta medida, la evaluación sería formativa y los errores representarían oportunidades de mejora.

6. *Principio del conocimiento como lenguaje.* Con base en algunos de los propósitos de la investigación general que abarca este trabajo (reconocer la argumentación oral y escrita como evidencia de aprendizaje significativo crítico), el lenguaje juega un papel fundamental, lo cual se constituye en un criterio para la selección de este principio. En este sentido, se puede concluir que existe una relación con cada una de las características del ABPy como un “principio transversal” ya que la construcción de nuevos significados, el manejo de símbolos, la construcción de argumentos y la posibilidad de usar

los conceptos en diferentes contextos y escenarios, se pueden encontrar desde la construcción de una pregunta hasta la presentación de un producto final.

La misma conceptualización de este principio expresa que “aprender un contenido de manera significativa es aprender su lenguaje, no sólo palabras – también otros signos, instrumentos y procedimientos – aunque principalmente palabras, de forma sustantiva y no arbitraria. Aprenderla de forma crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una nueva forma de percibir el mundo. La enseñanza debe buscar la facilitación de ese aprendizaje y ahí entre en escena el principio de la interacción social y del cuestionamiento: el aprendizaje de un nuevo lenguaje es mediado por el intercambio de significados, por la clarificación de significados, por la negociación de significados que se hace a través del lenguaje humano.

En este orden de ideas el principio de conocimiento como lenguaje tendría una relación casi que directa con cada una de las características del ABPy.

*6.6.2.1.1. Presentación de las características esenciales para el diseño de proyectos y su relación con algunos de los principios de la TASC*

A continuación, en la tabla 36 se presenta, en la primera columna, cada una de las características del ABPy y algunas ideas como marco conceptual, en la segunda columna, las ideas clave que indican la relación existente entre el ABPy y los principios enunciados anteriormente y, en la tercera columna, un número que hace referencia directa con la numeración utilizada para la presentación de los principios en el momento uno. La tabla 36, por tanto, presenta un bloque de ideas adicionales a las presentadas anteriormente, para continuar reforzando las relaciones entre el ABPy y la TASC.

**Tabla 36.** Relación Características ABPy y principios de la TASC

<b>Características ABPy: asuntos teóricos</b>	<b>Ideas clave</b>	<b>Principio TASC</b>
<b>Pregunta orientadora</b>	<p>“Un problema o pregunta atractiva hace que el aprendizaje sea más significativo para los estudiantes.”</p> <p>“Están aprendiendo porque tienen una necesidad real de saber algo, por lo que pueden utilizar este conocimiento para resolver un problema o responder a una pregunta que les importa.”</p> <p>“Cuando los maestros diseñan y realizan un proyecto, sugerimos que ellos (a veces con los estudiantes) escriban el problema o pregunta central en forma de una "pregunta orientadora" abierta y amigable para los estudiantes que enfoca su tarea.”</p>	1 y 6
<b>Investigación continua</b>	<p>“Los estudiantes hacen preguntas, encuentran recursos para ayudarlos a responder.”</p> <p>“Los proyectos pueden incorporar diferentes fuentes de información, mezclando la idea tradicional de "investigación" (leer</p>	2 y 6

	un libro o buscar información en un sitio web) con entrevistas en terreno real con expertos, proveedores de servicios o usuarios.”	
<b>Conexión con el mundo real</b>	“Puede implicar el uso de procesos, tareas y herramientas del mundo real y estándares de rendimiento, como cuando los estudiantes planean una investigación experimental o usan software de edición digital para producir videos que se acercan a la calidad profesional.”	
<b>Producto para un público</b>	<p>“Como cuando los estudiantes abordan una necesidad en su escuela o comunidad (por ejemplo, diseñar y construir un jardín escolar, mejorar un parque comunitario, ayudar a los inmigrantes locales) o crear algo que será usado o experimentado por otros.”</p> <p>“Un proyecto puede tener autenticidad personal cuando habla a las preocupaciones, intereses, culturas, identidades y asuntos de los estudiantes en sus vidas.”</p> <p>“mediante la creación de un producto, los estudiantes hacen tangible lo que han aprendido y cuando se comparte públicamente se vuelve discutible”</p> <p>“Esto tiene un impacto en la cultura de la clase y de la escuela, ayudando a crear una "comunidad de aprendizaje."</p>	3 y 6
<b>Voz y voto de los estudiantes</b>	<p>“Si los estudiantes no son capaces de usar su juicio al resolver un problema y responder a una pregunta orientadora, el proyecto sólo se siente como hacer un ejercicio o seguir un conjunto de instrucciones.”</p> <p>“Los estudiantes pueden escribir su propia pregunta orientadora y decidir cómo quieren investigarla, demostrar lo que han aprendido, y cómo compartirán su trabajo.”</p>	4 y 6
<b>Reflexión; Crítica y Revisión</b>	<p>“Ayuda a los estudiantes a solidificar lo que han aprendido y a pensar en cómo podría aplicarlo en otros lugares, más allá del proyecto.”</p> <p>“La reflexión sobre el desarrollo de habilidades ayuda a los estudiantes a interiorizar lo que éstas significan y a establecer metas para un mayor crecimiento.”</p> <p>“Se debe enseñar a los estudiantes cómo dar y recibir comentarios constructivos que mejoren los procesos y productos del proyecto, guiados por rúbricas, modelos y guías de retroalimentación / crítica formal.”</p> <p>“La "evaluación formativa", que no sólo significa que los maestros dan retroalimentación a los estudiantes, sino que los estudiantes evalúan los resultados de su aprendizaje.”</p>	5 y 6
<p><b>Conocimientos y Habilidades</b></p> <p>Ambos aspectos son ejes centrales de la propuesta. En relación con los conocimientos, el ABPy enseña a los estudiantes los estándares importantes de contenido, conceptos y comprensiones profundas que son fundamentales para las materias escolares y las disciplinas académicas. En este sentido, conocer los lineamientos educativos de cada país es fundamental para alinear los proyectos con los propósitos de formación. En cuanto a las habilidades, el conocimiento del contenido y la comprensión conceptual por sí mismos no son suficientes en el mundo de hoy. En la escuela y la universidad, en el lugar de trabajo, como ciudadanos y en sus vidas en general, la gente necesita ser capaz de pensar críticamente y resolver problemas, trabajar bien con los demás y manejarse con eficacia.</p>		

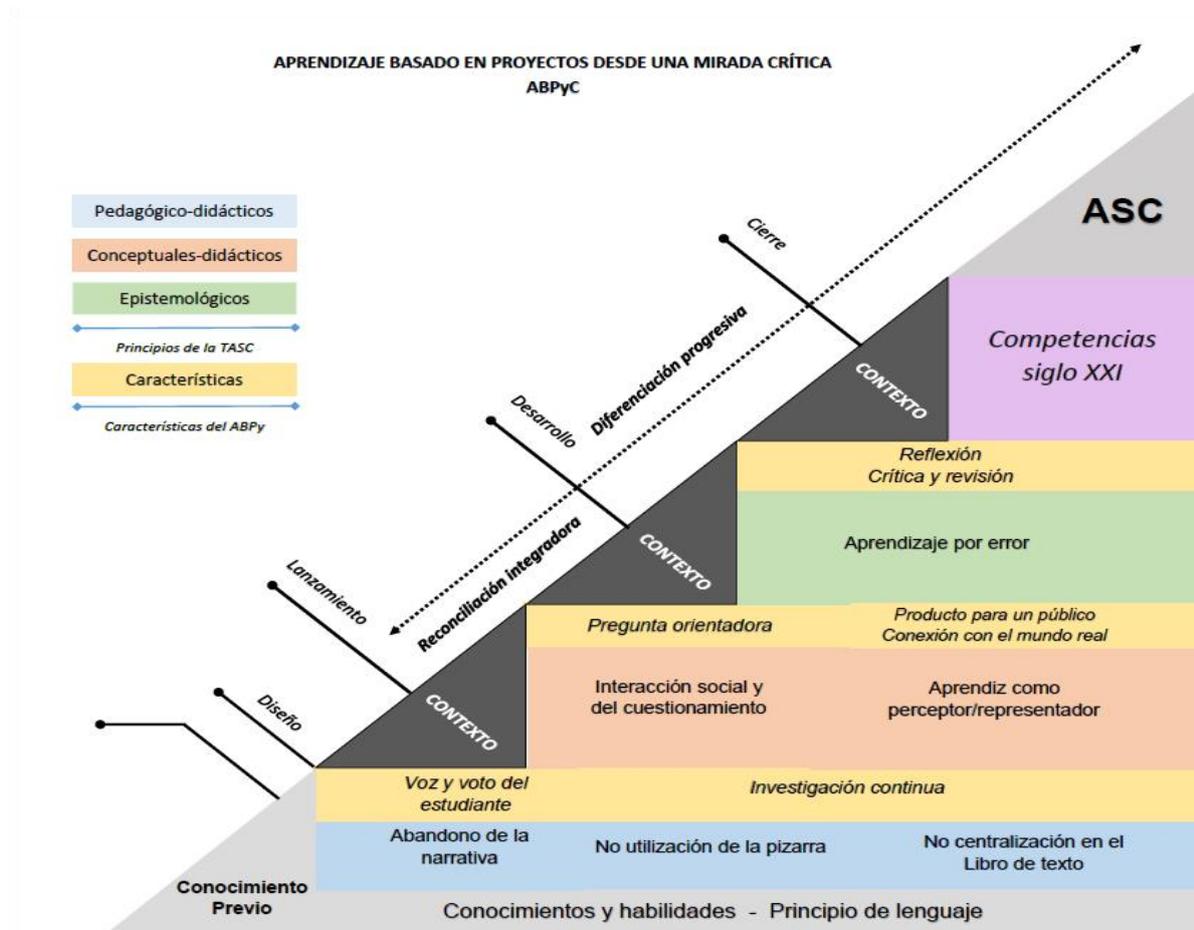
*6.6.2.2. Momento 2: Presentación del esquema elaborado a la luz de la información recopilada y relacionada.*

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se presenta el esquema que permite relacionar los principios de la TASC con las características esenciales para el diseño de un proyecto – Aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica (ABPyC- ver figura 28). Esta es una apuesta por fundamentar teóricamente la estrategia ABPy, que busca que los docentes y los investigadores que la utilicen lo hagan con el propósito de promover aprendizaje significativo desde una visión crítica.

En el esquema de la figura 29 se presenta una línea central principal basada en los conocimientos y habilidades que son necesarios para caracterizar el ABPy; además se ubica en esta misma línea, el principio seis “conocimiento como lenguaje” de la TASC, otorgándole un papel protagónico y transversal en relación con los otros principios. Es importante anotar que las líneas permiten apreciar una relación entre todos los principios y características, los cuales a raíz de lo ya expuesto anteriormente y retomando los elementos de la TASC, deberían presentarse de forma simultánea para lograr un aprendizaje significativo crítico. La relación directa que se muestra entre algunas de las características del ABPy (por ejemplo, entre ‘reflexión’ y ‘crítica y revisión’), se realiza para indicar su foco en un mismo principio, en este caso el principio 5.

Desde esta propuesta, se presenta el diseño del proyecto desde tres fases, lanzamiento, desarrollo y cierre. El contexto juega un papel transversal a toda la propuesta ya que como se ha mencionado hasta ahora, es necesario relacionar el contenido con problemáticas cercanas al centro de aplicación. Se reconocen los principios de reconciliación integradora y diferenciación progresiva como asuntos estructurantes del proyecto, necesarios para ver el proyecto como un asunto integrado y no como fases aisladas.

En el vértice inferior se encuentran las ideas previas, que deben ser el punto de partida para el diseño del proyecto y en el vértice superior, las evidencias de Aprendizaje Significativo Crítico (ASC). Queremos aclarar que no necesariamente el ASC se evidencia inmediatamente después de la aplicación de un proyecto, es un proceso gradual, que invita a al fortalecimiento de habilidades y el alcance de competencias siglo XXI. En este sentido, se podría encontrar evidencias de aprendizaje que estén fundamentadas en algunos de los principios enunciados, para una competencia específica y que efectivamente acerquen al estudiante al Aprendizaje Significativo Crítico de conceptos científicos en el marco de un proyecto.



**Figura 29.** ABPyC, Elaboración propia.

### ¿Qué podemos entender entonces por ABPyC?

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados durante este capítulo, el aprendizaje basado en proyectos visto desde una perspectiva crítica (ABPyC) es el producto de pensar esta estrategia pedagógica como una posibilidad para ir más allá de la simple ejecución de actividades enmarcadas en un problema. En este sentido, esta visión de ABPy debería involucrar el trabajo de competencias para siglo XXI, favorecer espacios de reflexión y crítica, no descuidar el rol del docente y no centrar la atención única y exclusivamente en la elaboración del producto.

La participación en un proyecto, como medio para exponer ideas, opiniones o posturas deberían potenciar la elaboración de argumentos sólidos cuyo producto no sea solo la formulación y la reformulación de conceptos sino, además, la interpretación y reinterpretación de los mismos. Este asunto, podría comprometer a los estudiantes no solo con la ejecución de un producto, sino que lo prepararía para dar respuesta a la pregunta orientadora desde la producción conceptual, desde el trabajo procedimental y desde las decisiones y acciones que se tomen durante la ejecución del proyecto.

Con base en lo anterior, para que el aprendizaje sea significativo y sobre todo para formar estudiantes críticos es necesario que los proyectos permitan a los estudiantes reformular ideas propias y ajenas, es decir, que no estén satisfechos con su producción o la de sus compañeros; en este sentido, buscarán no solo aprender los conceptos sino comprenderlos. Es en ese momento donde los docentes deberán entregar un buen material que genere proyectos con el grado de complejidad necesario para constituirse en un reto para los estudiantes.

Al respecto, *“la misión de la escuela no es tanto enseñar al alumno una multitud de conocimientos que pertenecen a campos muy especializados, sino, ante todo, **aprender a aprender**, procurar que el alumno llegue a adquirir una autonomía intelectual”* (Jones e Idol, 1990 citado en López, 2012). Así mismo, Lipman (1998) citado en López (2012) sostiene que *“el pensamiento de orden superior es una fusión entre **pensamiento crítico** y **pensamiento creativo** y que estos se apoyan y refuerzan mutuamente; a su vez, se trata de un pensamiento ingenioso y flexible.”*

En definitiva, el aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica no es más que una estrategia pedagógica que posibilita a los estudiantes cumplir con el propósito de la TASC, que en palabras de Moreira sería un estudiante que:

*“podrá formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, no ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. A través de ese aprendizaje es como el estudiante podrá lidiar, de forma constructiva, con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo. Por medio de este aprendizaje podrá trabajar con la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias, con la idea de que el conocimiento es construcción (o invención) nuestra, que apenas representamos el mundo y nunca lo captamos directamente.”*

Para cumplir con este propósito, los proyectos deberán, en concordancia con lo enunciado hasta ahora, cumplir con los siguientes criterios:

- a. Cumplir con los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integradora, esto es; las ideas más generales e inclusivas del contenido deben presentarse en el comienzo de la instrucción y, progresivamente, deben ser diferenciadas en términos de detalle y especificidad. Posteriormente, la programación del contenido no debe sólo proporcionar la diferenciación progresiva, sino también explorar, explícitamente, relaciones entre las diferencias y similitudes relevantes y reconciliar inconsistencias reales y aparentes.

- b. Cumplir con una organización secuencial, es decir, secuenciar los tópicos, o unidades de estudio, de manera tan coherente como sea posible (observados los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integrativa) con las relaciones de dependencia naturalmente existentes entre ellos en la materia de enseñanza.
- c. Tener en consideración las competencias para el siglo XXI como una forma de atender a las demandas de la sociedad moderna e integrar de manera efectiva formas de enseñarlas y evaluarlas.
- d. Definir las características del proyecto que se desea aplicar; para el caso de esta investigación, aquellas que atiendan a la definición de unos contenidos y habilidades y que tienen en cuenta: la voz y voto de los estudiantes, la reflexión, la crítica y revisión, la investigación continua, la conexión con el mundo real, una pregunta orientadora y el producto para un público.
- e. Elaborar un mapa de proyecto que atienda a los enunciados anteriores y que facilite a los docentes la planeación y a los estudiantes la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

Teniendo como base lo anterior, para diseñar un proyecto desde una perspectiva de criticidad, el docente podría seguir la ruta descrita en la tabla 37.

Indagar	Estudiar	Definir características	Seleccionar	Definir
Conocimiento previo	Contexto	Voz y voto	Principios de la TASC involucrados	Competencias Siglo XXI
		Investigación continua		
		Conocimientos y habilidades		
		Producto para un público		
		Conexión con el mundo real		
		Reflexión		
	Crítica y revisión			
	Conexión con el mundo real			
<b>DISEÑAR PROYECTO</b>				

**Tabla 37.** Ruta para diseñar un proyecto

Esta ruta no tendría que seguirse estrictamente, pero si contiene los elementos que consideramos necesarios para formar estudiantes con un componente de criticidad en su aprendizaje.

## 6.7. Reflexiones finales

Moreira (2010) realiza una crítica al trabajo desde competencias:

*“El currículum está organizado en disciplinas académicas y/o competencias y de los profesores se exige que cumplan los extensos programas de esas disciplinas en períodos fijos de tiempo, lo cual sólo puede realizarse “depositando” el conocimiento en la cabeza del alumno. Las competencias serían, metafóricamente, posibles “rendimientos” de ese depósito.”*

A pesar de esta crítica, consideramos que en el marco de los referentes utilizados la visión de competencia trasciende la idea de depositar conocimientos y se centra en la posibilidad de reconocer los retos actuales y llevar a la escuela oportunidades de asumirlos, desde este trabajo, desde un enfoque de proyectos.

Algunos asuntos objeto de reflexión después de presentar este capítulo se presentan a continuación como una puerta abierta al diálogo:

Tal y como menciona Moreira, “el aprendizaje significativo crítico no es consecuencia tan sólo de aprender a preguntar, pues de esa forma estaríamos cayendo exactamente en lo que criticamos, o sea, en la causalidad simple, fácilmente identificable”; en este punto es importante que el docente oriente adecuadamente el trabajo por proyectos, dando la oportunidad al estudiante para que plantee preguntas, que las discuta con sus compañeros y que pueda utilizarlas como punto de partida para emprender un proyecto.

Aunque no se incluyan otros principios propuestos desde la TASC, no significa que no estén presentes, por ejemplo, este principio tiene una clara relación con el principio de la no centralización en el libro de texto, ya que se hace referencia al uso de documentos, artículos y otros materiales educativos, es decir, de la diversidad de materiales educativos; lo cual también atiende a características del ABPy como es el caso de la investigación continua.

Tal y como se menciona en la teoría,

*“el profesor es también un perceptor y lo que enseña es fruto de sus percepciones. Lo cual quiere decir que la comunicación solamente será posible en la medida en que dos perceptores, en este caso, profesor y alumno, busquen percibir de forma semejante los materiales educativos del currículum. Esto corrobora la importancia de la interacción personal y del cuestionamiento en la facilitación del aprendizaje significativo”.*

En el marco de los proyectos, los productos presentados y su conexión con el mundo real deberían estar en concordancia con lo que enuncia este principio.

La autonomía, la disciplina, el trabajo colaborativo y la presentación de avances son algunas de las características que desde el trabajo por proyectos permiten apreciar la puesta en marcha de este principio en la escena educativa.

Es importante permitir que los estudiantes construyan una visión de ciencia como algo no acabado y que no presenta una verdad absoluta. Según Moreira, lo que es un error es pensar que la certeza existe, que la verdad es absoluta y que el conocimiento es permanente.

Moreira menciona que “cada lenguaje, tanto en términos de su léxico como de su estructura, representa una manera singular de percibir la realidad. Prácticamente todo lo que llamamos conocimiento es lenguaje”. En este sentido, las características del ABPy, en su conjunto, resultan pertinentes para alcanzar este principio y aportan elementos para construir conocimiento.

Por otro lado, se puede concluir que el esquema propuesto no es un producto finalizado, es importante hacer énfasis en que está adecuado a los objetivos de este trabajo y que podría ser adaptado a la luz de otros principios e interpretaciones, según los contextos y los propósitos de investigación.

La estrategia ABPy orientada desde el Aprendizaje Significativo Crítico, se puede constituir en una herramienta valiosa para acercar a los estudiantes a los conceptos científicos de forma contextualizada y pertinente en aras de formar estudiantes críticos y reflexivos.

Finalmente, el Aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica (ABPyC) podría contribuir en el desarrollo de las habilidades del estudiante para el siglo XXI en relación con el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación, la resolución de problemas, el manejo de la información, solo por mencionar algunas. Este podría ser un punto de análisis para otra investigación.

En este sentido, la propuesta que aquí se presenta no es innovadora en cuanto al uso del método de ABPy, que utiliza las características definidas por el BIE. En todo caso, es innovadora en cuanto a la forma de abordar este método desde las relaciones que se intentan establecer con la TASC y las competencias siglo XXI, suscitando la reflexión sobre la posibilidad de obtener evidencias de aprendizaje significativo con componente de criticidad.

Quedan entonces algunas preguntas abiertas: ¿Qué conocimientos y competencias claves adquirirán los estudiantes como resultado de este diseño? ¿Qué deberían saber hacer finalmente los estudiantes como resultado de la adquisición de tal conocimiento y tales competencias?



## CAPÍTULO 7

### ESTUDIO 2

#### *Proyecto “pajarito comunidad solar”*

En este capítulo, se presenta la aplicación de un proyecto denominado “Pajarito comunidad solar”, una apuesta por acercar a los estudiantes participantes a la comprensión de los conceptos asociados al campo de la electricidad y principalmente, a los circuitos eléctricos. En este capítulo, se ponen a prueba algunos de los elementos conceptuales considerados en el marco teórico y en el capítulo 6. Además, se tienen en cuenta algunos de los resultados obtenidos en la prueba piloto.

Este proyecto involucra un conjunto de actividades alrededor de los paneles solares y se basa en el trabajo de problemáticas identificadas por los estudiantes y propias del contexto de aplicación. Además, se realizan acciones para promover la argumentación, el trabajo grupal y principalmente para encontrar evidencias de aprendizaje significativo crítico.

Los **objetivos generales** planteados en el proyecto *Pajarito Comunidad Solar* son los siguientes:

1. Valorar la posibilidad de atender algunos de los principios básicos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), haciendo uso de las características esenciales para el diseño de un proyecto definidas por el Buck Institute for Education (BIE).
2. Conocer la contribución de los elementos de un proyecto y su relación con algunos de los principios de la TASC al aprendizaje de los estudiantes sobre electricidad y circuitos eléctricos a través del aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica (ABPyC)

Los **objetivos específicos** del proyecto los hemos relacionado con los siguientes principios de la TASC:

1. ***Asociado al principio del conocimiento previo.*** Conocer la influencia de las concepciones previas que tienen los estudiantes para aprender de manera significativa y crítica el concepto de electricidad y los circuitos eléctricos.
2. ***Asociado al principio de interacción social y del cuestionamiento.*** Valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por la participación en un proyecto que involucra paneles solares, electricidad y circuitos eléctricos.
3. ***Asociado al principio del lenguaje.*** Identificar el nivel en la argumentación de los estudiantes en relación con elementos conceptuales propios de la electricidad y los circuitos eléctricos.
4. ***Asociado al principio del aprendizaje por error.*** Detectar errores y formas de solución comunes que realizan los estudiantes en la ejecución de las actividades desarrolladas durante un proyecto como evidencia de aprendizaje significativo crítico.
5. ***Asociado al principio del aprendiz como perceptor/representador.*** Identificar evidencias de como los estudiantes perciben y representan asuntos relacionados con la electricidad y los circuitos eléctricos, el producto para un público y el conocimiento de la comunidad sobre consumo eléctrico y paneles solares.

Para atender a cada uno de los objetivos descritos anteriormente es importante recordar las reflexiones emergentes en el capítulo I, las cuales fueron consideradas para el diseño del capítulo VI y para este estudio en particular. Estas se concentran en:

- a. Explicar los elementos que componen el Modelo Argumental propuesto por Toulmin para que los estudiantes se apropien de su estructura, reconocer su importancia y realizar actividades para la construcción de esquemas. Además, desarrollarlos con base en preguntas planteadas por los estudiantes sobre los circuitos eléctricos, para argumentar sobre este eje conceptual.
- b. Inclusión de categorías relacionadas con el esquema construido en el capítulo VI, como una oportunidad para buscar coherencia entre la propuesta metodológica y el referente teórico.
- c. Realizar modificaciones en el formato de bitácora, para ver con más claridad las preguntas de los estudiantes, sus reflexiones y sus procesos de sistematización de la información.
- d. Revisar e incluir en el estudio 2 algunos de los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), ya que se incorporaron en el currículum oficial, publicado después de la aplicación del primer estudio.
- e. Dialogo de saberes – planeación conjunta. Ya se mencionó, pero se reitera la necesidad de establecer alianzas con otros docentes y áreas de conocimiento.

- f. Mapa del proyecto. Incluir la propuesta metodológica del Buck Institute for Education, como una oportunidad para dotar de sentido el trabajo por proyectos y establecer relaciones con la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel) y Significativo crítico (Moreira). En este sentido, se trata de atender lo construido en el capítulo VI.
- g. Establecer alianzas directas con los directivos docentes y con entidades de ciudad para mostrar a los estudiantes las posibilidades que podrían emerger en el marco de la aplicación de un proyecto.

Además, se considera de manera implícita que el diseño y ejecución de este proyecto está atendiendo a los principios de *abandono de la narrativa, no centralización en el libro de texto y no utilización de la pizarra*. En este sentido, su valoración está dada en el diseño y aplicación del proyecto. Por esto, la búsqueda de evidencias de aprendizaje significativo crítico se centra en los principios asociados a cada objetivo específico.

### **7.1. Contexto**

Este estudio se realizó con un grupo de 137 estudiantes de los grados Décimo y Undécimo de la Educación Media (74 Mujeres y 63 Hombres) pertenecientes a la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco. Con ellos se realizó un estudio de caso colectivo, se conformaron grupos de 4 y 5 estudiantes, de los cuales fueron seleccionados cuatro Casos de análisis (G1, G2, G3 y G4), a los que se les aplicarán diferentes instrumentos para recolectar la información necesaria.

Este estudio se realizó durante el segundo semestre del año 2017, entre los meses de julio y septiembre, y contempló diez semanas de trabajo con 60 horas de dedicación, distribuidos entre las clases de Física (2h), Química (1h), Tecnología (2h) y Filosofía (1h), es decir, seis horas semanales. El proyecto tiene como título “Pajarito: Comunidad Solar” y se presentó en un proyecto de ciudad denominado “Generación N”, liderado por Ruta N y operado por el Parque Explora.

### **7.2. Fases del estudio**

Este estudio, materializado en el desarrollo de un proyecto denominado pajarito comunidad solar, contempló los asuntos descritos en el capítulo VI, ya que su aplicación coincidió con la construcción del mismo. Así mismo, consideró asuntos rastreados en la revisión de la literatura y en el marco teórico para generar un proyecto de intervención directa en el aula de clase, buscando resaltar la interacción profesor-alumno-proyecto en el proceso de aprendizaje de conceptos relacionados con el concepto electricidad y los circuitos eléctricos. En este sentido, este estudio se desarrolló atendiendo a tres momentos, *lanzamiento, desarrollo y cierre*. En cada uno de esos momentos, se recopiló la información necesaria para atender a los objetivos de este estudio. En la tabla 38 se presentan las diferentes

etapas con sus respectivas actividades e instrumentos de recolección de datos, objetivos y duración. Otros asuntos metodológicos han sido presentados en el Capítulo IV.

**Tabla 38.** Diferentes etapas con sus respectivas actividades e instrumentos de recolección de datos.

Fases	Actividad e Instrumentos de recolección de información	PROPÓSITO	Tiempo (h)	
Lanzamiento Contextualización	Presentación del proyecto	Motivar la participación de los estudiantes en el proyecto.	1	
	Conformación de grupos, asignación de roles y <i>Contrato</i>	Permitir a los estudiantes tener voz y voto para el desarrollo del proyecto.	1	
	Productos esperados y cronograma de trabajo. <i>Bitacora.</i>	Presentar los productos esperados como punto de partida y la importancia de sistematizar la información de sus proyectos.	1	
	Indagación de ideas previas. <i>Entrevista e instrumento inicial</i>	Conocer el dominio que tienen los estudiantes acerca de los principales conceptos sobre electricidad.	1	
	Presentación del trabajo desde tres áreas: Ciencias Naturales, Tencología y Filosofía.	Organizar un cronograma de trabajo para la ejecución de las actividades.	1	
	Identificación del contexto. <i>Salida de campo</i>	Identificar elementos del contexto que deberían ser incluidos en los productos. Focos de contaminación, prácticas positivas y negativas de la comunidad e impacto ambiental de producir electricidad.	3	
	Identificación de problemas y formulación de preguntas	Promover la formulación de preguntas para la solución de problemas identificados.	2	
Ejecución: Introducción de Conceptos	<i>Ciencias Naturales</i>	Actividad historia de la electricidad: “La guerra de las corrientes”	Promover en los estudiantes la idea de la ciencia como un producto histórico, cambiante y no como algo acabado y verdadero.	2
		Diseñando el boceto para nuestra aplicación	Esquematizar los diseños del posible prototipo a elaborar.	2
		Laboratorio: Electrificación	Posibilitar la construcción de circuitos eléctricos y la identificación de sus componentes y el reconocimiento del concepto electricidad y el fenómeno de la electrificación.	2
		Laboratorio: Circuitos eléctricos	Posibilitar el trabajo con componentes eléctricos que permitan relacionar, diferenciar y conceptualizar sobre los conceptos de voltaje, intensidad y potencia mediante el montaje de circuitos eléctricos.	3

		Laboratorio paneles solares	Explicar como la energía solar puede ser utilizada para la producción de electricidad.	3
		Clase Magistral	Conceptualizar alrededor de algunos conceptos básicos sobre electricidad y circuitos eléctricos	2
	<i>Tecnología</i>	Video y trailers	Elaborar un video en sobre el uso de paneles solares, para incrustar en la aplicación y para dar apertura a los video juegos.	2
		Manejo de los programas “Mit App inventor” y “GDevelop”	Familiarizar a los estudiantes con el manejo de los programas Mit App Inventor y GDevelop. Además se abre la posibilidad de seleccionar otras herramientas para el diseño de los juegos y las Apps.	12
		Poniendo a prueba mi aplicación	Estimular en los estudiantes la capacidad de trabajar a partir de los posibles errores que se presenten y convertirlos en oportunidades de mejora.	2
	<i>Ciencias Humanas</i>	Opiniones vs argumentos	Realizar actividades prácticas que permitan establecer una diferencia entre una opinión personal y un argumento.	1
		Nombremos nuestra Aplicación	Explorar opciones para nombrar la aplicación a la luz de lo encontrado en la salida de campo.	1
		Argumentemos desde el MAT	Familiarizar a los estudiantes con el Modelo de Argumentación de Toulmin (MAT) y elaborar algunos esquemas a la luz de lo trabajado en los laboratorios sobre circuitos eléctricos.	5
	<i>Otras actividades conjuntas</i>	Lluvia de ideas	Propiciar la participación de los estudiantes en el diseño y puesta en marcha del proyecto.	2
		Socialización	Presentar a la comunidad los proyectos elaborados.	3
		Asesorías y Feedback	Guiar el desarrollo de los proyectos.	3
	<b>Cierre: Productos exhibición</b>	Socialización de proyectos – Cuestionario final	Identificar alguna evolución en las concepciones de los estudiantes sobre el fenómeno eléctrico y su relación con los principios de la TASC seleccionados.	5
	<b>TOTAL HORAS</b>			<b>60</b>

### 7.3. Asuntos iniciales en relación con la categorización y codificación de la información

Para el análisis e interpretación de los datos cualitativos se utilizaron diferentes categorías atendiendo a los temas principales planteados en este estudio en relación con la electricidad y los circuitos eléctricos, sin embargo, los estudiantes en un diagnóstico previo al lanzamiento del proyecto, propusieron trabajar a partir del uso de paneles solares. Lo anterior, forma parte del proceso de voz y voto otorgado a los estudiantes y se constituyó en una oportunidad para trabajar con base en un interés particular y generalizado del grupo de estudiantes participante.

En este sentido, para el tratamiento de la información se utilizaron dos sistemas de categorías que, aunque se presentan por separado, están estrechamente ligadas. El primero (tabla 39) en relación con la electricidad, los circuitos eléctricos y los paneles solares y, el segundo (tabla 40) que involucra estos conceptos en relación con los principios de la TASC, definidos con base en las características del proyecto diseñado.

Inicialmente se presentan tres categorías (ver tabla 39), dentro de las cuales se discriminaron una serie de subcategorías, algunas apriorísticas y otras emergentes (‘la importancia de la electricidad para el hombre’ o ‘el uso de paneles solares’). Esto permitió hacer manejable el cúmulo de información recogida y presentar los resultados en función de los objetivos propuestos.

**Tabla 39.** Sistema de categorías (E, CE, PE), subcategorías y su respectivas definiciones.

DOMINIO CONCEPTUAL SOBRE ELECTRICIDAD (Categoría E)	
Subcategoría	Definición
Definición del concepto electricidad. (DE)	Se refiere a la manera como los estudiantes conceptualizan el significado de ‘electricidad’ y cuáles son los ejemplos que utilizan para explicarla.
Aplicaciones y usos de la electricidad (AUE)	Se refiere a la importancia que los estudiantes dan al concepto electricidad, sus aplicaciones y usos más comunes.
Acciones para el uso eficiente de la electricidad (AUEE)	Se refiere a las acciones propuestas por lo estudiantes para usar eficientemente la electricidad, desde asuntos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
Fuentes de electricidad (FE)	Se refiere a las maneras que se tienen para obtener energía eléctrica desde formas alternativas.
DOMINIO CONCEPTUAL SOBRE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS (Categoría CE)	
Magnitudes físicas (MF)	Se refiere al análisis y predicción del comportamiento de las magnitudes físicas (voltaje, intensidad, resistencia) involucradas en los circuitos eléctricos.

Efectos producidos por la corriente eléctrica en un circuito eléctrico (ECE)	Se refiere a los efectos de movimiento, luz, calor, y en general a lo que se produce cuando se conecta el circuito eléctrico de una máquina o aparato específico.
Nomenclatura e instrumentos de medición (NI)	Se refiere a las representaciones simbólicas de los circuitos. Manejo del voltímetro y el amperímetro. Medidas.
Funcionamiento de un circuito eléctrico (FCE)	Se refiere a la comprensión de los mecanismos necesarios para que un circuito eléctrico funcione adecuadamente.
<b>USO DE PANELES SOLARES PARA LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (Categoría PE)</b>	
Funcionamiento y características de los paneles solares (FP)	Se refiere a cómo los estudiantes utilizan los paneles solares para la producción de electricidad y cómo valoran su repercusión en el medio ambiente.

Además, para atender a los objetivos específicos, se proponen las categorías descritas en la tabla 39, con las cual se espera contribuir a la comprensión de las evidencias de aprendizaje que estén relacionadas con cada uno de los principios del Aprendizaje Significativo Crítico, descritos en el capítulo anterior y en ese sentido, el aporte del Aprendizaje Basado en Proyectos a dicho aprendizaje.

**Tabla 40.** Sistema de categorías y subcategorías en relación con los principios de la TASC definidos para este estudio.

Objetivo específico	Categoría	Subcategoría
Conocer la influencia de las concepciones previas que tienen los estudiantes para aprender de manera significativa y crítica el concepto de electricidad y los circuitos eléctricos.	1. Influencia de concepciones previas para el nuevo conocimiento. (IP)	1.1. Papel de los subsumidores irrelevantes para el nuevo conocimiento (SI)
		1.2. Papel de los subsumidores relevantes para el nuevo conocimiento (SR)
Valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por la participación en un proyecto que involucra paneles solares, electricidad y circuitos eléctricos.	2. Formulación de preguntas. (FP)	2.1 Caracterización en niveles bajo, medio y alto (CN1)
		2.2 Caracterización en nivel asociativo, explicativo o predictivo (CN2)
Identificar el nivel en la argumentación de los estudiantes en relación con elementos conceptuales propios de la electricidad y los circuitos eléctricos.	3. Uso de argumentos (UA)	3.1 Nivel de argumentación (NA)

Detectar errores y formas de solución comunes que realizan los estudiantes en la ejecución de las actividades desarrolladas durante un proyecto como evidencia de aprendizaje significativo crítico.	4. Errores y soluciones propuestas. (ES)	4.1. Errores comunes (EC)
		4.2 Formas de solución desde lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal. (FS)
Identificar evidencias de como los estudiantes perciben y representan asuntos relacionados con la electricidad y los circuitos eléctricos, el producto para un público y el conocimiento de la comunidad sobre consumo eléctrico y paneles solares.	5 Percepción/representación (PR)	4.4 Percepción / representación sobre la corriente eléctrica (PRCE)
		4.5 Percepción/representación sobre el consumo eléctrica y el conocimiento sobre paneles solares. (PRE)
		4.6 Percepción/representación en relación con el producto para un público. (PRP)

#### 7.4. Resultados y análisis de la información.

Para la presentación de los resultados y su respectivo análisis se toman como base las categorías definidas. La información obtenida, se trianguló con diferentes instrumentos (entrevistas, cuestionarios, notas de campo, entre otros) para brindar información coherente y tratada desde diferentes fuentes de recolección. Se presenta además la información, utilizando tablas, gráficos y esquemas que permitan visibilizar los asuntos principales de este estudio. En algunos apartados se utilizará el software UCINET, el cual fue usado en el estudio I.

Este análisis no se centra en describir los resultados obtenidos por cada actividad, por el contrario, agrupa la información en las categorías ya descritas y la analiza a la luz de lo obtenido en la totalidad del proyecto. Sin embargo, se precisan, dentro de cada categoría, los instrumentos y las actividades que permitieron recolectar la información.

Inicialmente, presentamos los resultados y análisis obtenidos al aplicar el instrumento de indagación de ideas, para el cual se retoma un cuestionario, una entrevista y algunas preguntas iniciales aplicadas durante los laboratorios sobre electricidad. Posteriormente los hallazgos para cada una de las categorías relacionadas con los principios de la TASC y, por último, se recurre a un instrumento final para apreciar el progreso de los Casos analizados respecto a su conceptualización alrededor de los conceptos objeto de estudio.

##### 7.4.1. Dominio conceptual sobre electricidad (Categoría E)

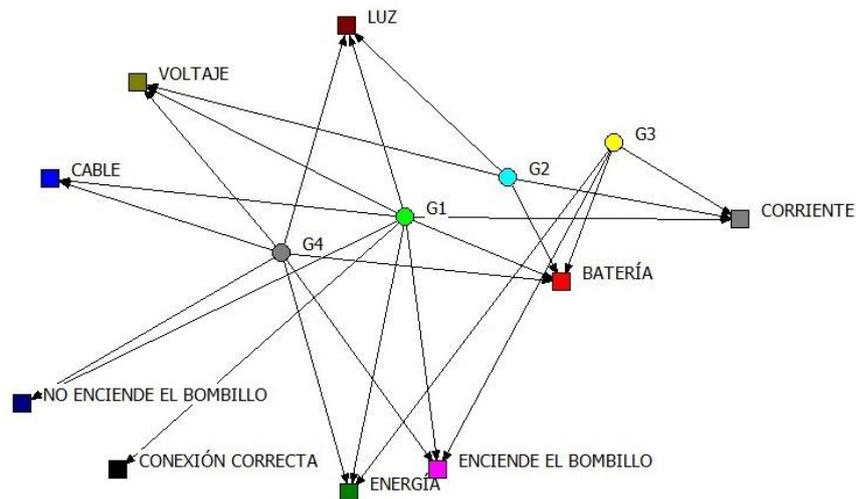
A través de un cuestionario inicial se formularon un conjunto de preguntas relacionadas con las categorías descritas, la electricidad y sus características, funcionamiento

de un circuito eléctrico, actitudes frente al uso de la electricidad y paneles solares como alternativa de producción de energía eléctrica.

Con las preguntas realizadas en esta categoría se pretendían conocer las ideas de los estudiantes sobre electricidad y sus aplicaciones y usos. Las respuestas de los cuatro Casos analizados, en la fase inicial, fueron clasificadas y agrupadas según lo propuesto en las subcategorías, definición del concepto electricidad. (DE), aplicaciones y usos de la electricidad (AUE) y acciones para el uso eficiente de la electricidad (AUEE)

#### 7.4.1.1 Definición del concepto electricidad, aplicaciones y usos (DE y AUE)

Inicialmente se presenta, en el gráfico 10, algunos de los elementos comunes en cada uno de los casos (G1, G2, G3 y G4) al proponer las preguntas: ¿A qué se debe que la bombilla encienda? ¿Cómo explicarías que la bombilla se encienda inmediatamente? ¿Qué pasa si usamos más de dos bombillas para la misma batería?



**Gráfico 10.** Elementos comunes en cada uno de los casos (G1, G2, G3 y G4)

Frente a las preguntas ¿A qué se debe que la bombilla encienda? ¿Cómo explicarías que la bombilla se encienda inmediatamente?, al analizar la información aportada, los cuatro Casos coinciden en afirmar que es gracias a la batería, la cual o enciende la bombilla o posibilita el paso de corriente a través de los cables, además aducen que el fin último es producir luz a través de la bombilla. Además, al revisar las respuestas y contrastarla con la entrevista realizada se encontraron otros argumentos:

Respecto a la batería:

- G1: *almacena energía*  
*tiene cargas positivas y negativas*
- G2: *Genera electricidad*

G4: *Que la energía almacenada en la batería hace que se encienda con ayuda de los cables  
la pila envía electricidad al cableado*

En todos los casos la explicación pasa por el plano macroscópico y no se recurren a modelos atómicos, moleculares o al flujo de electrones como una manera de entender el proceso. Además, no se establecen relaciones con los materiales conductores y aunque mencionan los cables, no mencionan su composición interna o externa. Por otro lado, la pila, es considerada como un depósito de energía, pero no justifican su explicación.

Sobre las preguntas ‘¿qué sabes sobre la electricidad?’ y ‘si tuvieras que definir la electricidad con una sola palabra, ¿cuál usarías?: fuerza, energía o sustancia’, los estudiantes respondieron lo sistematizado en la tabla 41.

**Tabla 41.** Respuestas de los estudiantes asociados a las subcategorías DE y AUE

<b>Situación 2. Preguntas 1 y 2</b>		
CASO	¿Qué sabes sobre la “electricidad”? ¿Si tuvieras que definir la electricidad con una sola palabra cual usarías: Fuerza, energía o sustancia?	
G1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La electricidad se puede almacenar en baterías</li> <li>• Se transforma en energía dando luz</li> <li>• Encender aparatos</li> <li>• Viaja a través de cables</li> <li>• Es una fuente de energía</li> <li>• Es una energía que puede ser almacenada, transportada por algunos elementos u objetos y que sirve para el funcionamiento de las mismas</li> <li>• Se puede almacenar, se puede comunicar con otros objetos o elementos</li> <li>• La electricidad se puede almacenar en baterías.</li> </ul>	Energía
G2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que es conductiva y eficiente</li> <li>• La electricidad es un elemento fundamental para muchos de los objetos y la luz artificial, también es un estudio importante</li> <li>• yo sé de electricidad bastante la cual le arreglo lo eléctrico a mi moto</li> </ul>	Energía
G3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la electricidad se genera tras el choque de una o más sustancias.</li> </ul>	Fuerza o energía
G4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es fundamental para las personas</li> <li>• Es un medio por el cual se manifiesta la energía</li> <li>• Es una fuente de energía</li> <li>• La electricidad es producida por energía y esta energía se puede obtener por diferentes procesos, los cuales pueden ser, energía solar energía hidráulica, energía eólica</li> </ul>	Energía

De esta tabla, se obtuvieron las respuestas asociadas a las subcategorías DE y AUE, en este sentido, las definiciones del concepto electricidad (DE) para cada grupo se redujeron con base en la información obtenida a:

G1: *La electricidad es una fuente de energía. Es una energía que puede ser almacenada, transportada por algunos elementos u objetos y que sirve para el funcionamiento de las mismas.*

G2: *La electricidad es un elemento fundamental para muchos de los objetos.*

G3: *La electricidad se genera tras el choque de una o más sustancias.*

G4: *La electricidad es una fuente de energía.*

En los casos G1 y G4 es más evidente la relación entre la electricidad y la energía, contrario a lo construido por G2 y G3, quienes no muestran con claridad una definición para el concepto.

Además, para la subcategoría AUE, la relación más presente tiene que ver con la electricidad como una forma de *encender aparatos* (G1), como un *elemento fundamental para encender objetos* (G2) o como *algo fundamental para las personas*; G3 no menciona ningún tipo de uso o aplicación.

Algo que llama la atención, es G2 al mencionar que “*yo sé de electricidad bastante, arreglo lo eléctrico a mi moto*”, asociando el concepto a sus tareas cotidianas.

En definitiva, para este apartado en la fase inicial del proyecto, se afianza la idea de la electricidad asociada al concepto energía, presente en todos los Casos, algo también evidenciado en el estudio I. G3 incluye el concepto fuerza, pero no es clara la relación que establece con la electricidad.

#### **7.4.1.2. Acciones para el uso eficiente de la electricidad (AUEE)**

Por último, en la subcategoría AUEE, se presentan las acciones descritas por cada Caso para reducir el gasto de energía eléctrica en el hogar o en la institución educativa. Las acciones se presentan agrupadas en la tabla 42 en tres componentes, acciones de tipo conceptual, acciones de tipo procedimental y acciones de tipo actitudinal.

Lo conceptual se refiere a la necesidad que podría ser expresada por los estudiantes en términos de la comprensión que se requiere de los conceptos desde su fundamentación técnica y científica y que podría derivar en acciones de mejora. Lo procedimental, se enmarca en acciones concretas realizables que requiere un hacer o un actuar frente al uso de la electricidad en sus diferentes escenarios (aparatos y dispositivos, rutinas o uso de energías alternativas). Lo actitudinal, se establece con base en esas recomendaciones que podrían permitir formar desde la conciencia y los buenos hábitos frente al uso de la electricidad en diferentes ámbitos.

**Tabla 42.** Acciones descritas por cada Caso para reducir el gasto de energía eléctrica

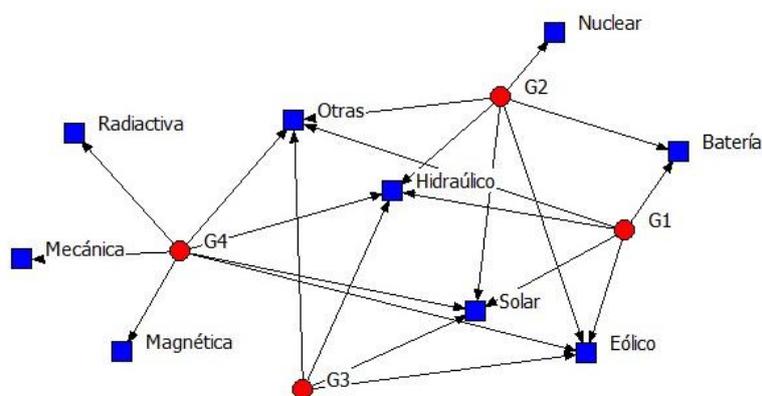
<b>Componentes</b>	<b>ACCIONES PROPUESTAS</b>
<b>CASO 1</b>	
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer conceptos sobre las energías limpias y ponerlos en práctica</li> </ul>
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por medio de energías limpias: paneles solares, energía eólica, energía hidráulica.</li> <li>• Apagar las luces cuando no necesitemos.</li> <li>• Desconectar los aparatos, que no estemos utilizando</li> <li>• Reducir el número de objetos que necesitan electricidad en los hogares</li> <li>• utilizar botellas plásticas con agua incrustarlas en el techo y así dar luz solar evitando así encender bombillos, lámparas en el día, lo cual se tendría un ahorro de luz.</li> </ul>
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar a conocer pautas, de cómo usar mejor los objetos eléctricos, para ahorrar más energía.</li> </ul>
<b>CASO 2</b>	
Conceptual	X
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No abrir la nevera innecesariamente.</li> <li>• Cuando halla luz solar no prender las bombillas.</li> <li>• Usar energías limpias (por energía solar o por fuentes hídricas)</li> <li>• reducir el número de objetos que necesitan electricidad en los hogares.</li> </ul>
Actitudinal	X
<b>CASO 3</b>	
Conceptual	X
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apagar electrodomésticos que no se estén usando en el momento.</li> <li>• Usa la luz solo cuando se necesite.</li> <li>• Usar medios de energía renovables.</li> <li>• Colocar un panel solar ya que este nos ayuda a reducir la energía no teniendo que usar energía eléctrica por medio de cableados</li> </ul>
Actitudinal	X
<b>CASO 4</b>	
Conceptual	X
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenar energía para ocasiones donde no haya electricidad.</li> <li>• Usar paneles solares u otras formas de hacer electricidad.</li> <li>• Evitando dejar las luces prendidas</li> </ul>
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir gastos en la comunidad</li> </ul>

De lo anterior, se puede notar con claridad que las acciones propuestas en cada uno de los Casos, como era de esperarse, apuntan a situaciones procedimentales, ligadas al ‘hacer’ algo. No se identifican acciones concretas para comprender de fondo, porque se debe reducir

el consumo de energía eléctrica o qué actitudes específicas deberíamos tener frente al cuidado del recurso energético.

### 7.4.1.3. Fuentes de electricidad (FE)

Para la pregunta, ¿qué fuentes de “electricidad” conoces?, los estudiantes respondieron señalando distintos tipos de energías. Al indagar sobre sus respuestas, mencionan en general que a través de ellas se puede obtener energía eléctrica. Tal vez la pregunta debió haber sido, ¿qué fuentes de energía pueden usarse para obtener energía eléctrica? Tomando este asunto como algo posterior a la aplicación del cuestionario y que fue modificado en el cuestionario final. Se presentan en el gráfico 12 las fuentes de energía expuestas por cada Caso.



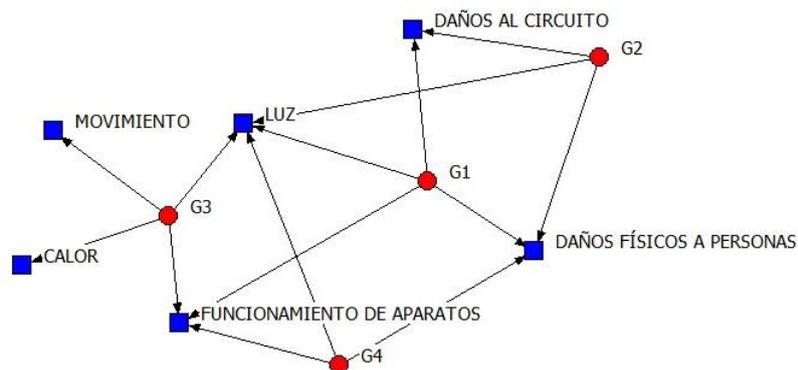
**Gráfico 11.** Fuentes de energía expuestas por cada Caso.

En el nodo “otras” se hace referencia a elementos particulares enunciados por cada grupo; G3, por ejemplo, menciona la “estática y la sintética” como fuentes de energía eléctrica y G4 la “estática”; en ambos casos se entiende la estática como una forma de electricidad y no como una fuente, por esto no está incluido en el diagrama. G1 menciona el “enchufe” haciendo referencia a las tomas de corriente en los cuales conectamos los electrodomésticos y G2 menciona los “transformadores y la tierra”; en ningún Caso se aprecia una construcción explicativa frente a estas respuestas.

## 7.4.2. Dominio conceptual sobre los Circuitos eléctricos.

### 7.4.2.1. Efectos de la corriente eléctrica (ECE).

Para la categoría 2 (CE) se indagó sobre los efectos que produce la corriente eléctrica (subcategoría ECE) que circula por un circuito elaborado correctamente. Inicialmente los estudiantes solo reconocían a la luz como único efecto, excepto el Caso 3, que reconoce el calor y el movimiento. En el gráfico 12, se presentan los asuntos iniciales respecto a esta subcategoría.



**Gráfico 12.** Asuntos iniciales respecto a esta subcategoría CE

Inicialmente, cuando se mencionan los daños físicos a personas, es porque los estudiantes asocian los efectos de la electricidad a situaciones como “la electrocución” (G1), “descargas eléctricas” (G2), “si es expuesta a una cantidad peligrosa, puede causar daño o la muerte (G4). Respecto a problemas en un circuito, mencionan los cortocircuitos (G1) y problemas con los cables (G2). Al igual que en el estudio 1, la palabra “efecto” genera dificultades en términos de la comprensión de su significado, al tratarse de un instrumento de indagación, no se dieron explicaciones al respecto, pero es algo que se trabajó durante el desarrollo del proyecto.

Para esta subcategoría, se formularon algunas preguntas diagnósticas en la práctica experimental realizada, en relación específicamente con el efecto calorífico, para la construcción de un cortador de icopor. Al respecto, se plantearon las siguientes: ‘¿qué aparatos eléctricos conoces que aprovechen el efecto calorífico?’, ‘en la bombilla, ¿también se produce calor?’, ‘¿la resistencia emite luz?’, ‘¿qué efecto predomina en la bombilla, el calorífico o el luminoso?’ y ‘¿en la resistencia de una estufa?’.

Los resultados obtenidos en forma general evidencian similitud en las respuestas, para la primera todos coinciden en ejemplos acertados como la estufa, el caudín, la pistola de silicona o el secador de pelo y la plancha para la ropa. Además, coinciden en que la bombilla tiene un efecto lumínico y la resistencia un efecto calorífico (Excepto G2).

Esta subcategoría en particular es analizada con mayor detalle en el principio del aprendizaje como perceptor/representador, ya que se constituye en una oportunidad para apreciar otros elementos respecto a la forma de aprender de los estudiantes sobre la corriente eléctrica.

#### **7.4.2.2. Magnitudes físicas (MF) y Nomenclatura e Instrumentos de medición (NI)**

Para esta subcategoría se pregunta a los estudiantes: ¿qué es y con qué se mide la corriente eléctrica, el voltaje (o diferencia de potencial) y la potencia eléctrica? y ¿en qué unidades? Los resultados obtenidos, al igual que en el estudio 1, fueron muy pocos. En este

sentido, no se considera necesario presentar un diagrama. De forma general los cuatro Casos, reconocen algunas unidades de medida, principalmente el voltio (G1, G2, G3, G4), el vatio, el amperio (G2, G4) y el ohmio (G2); en ninguno de los casos se explica la relación entre la unidad de medida y alguna magnitud en particular. Es decir, se esperaría que al hablar de voltios entiendan que se relaciona con el potencial eléctrico. Por otro lado, reconocen el voltímetro como un instrumento para medir la electricidad (G1, G2 y G4) pero no explican su funcionamiento o relación con la medición de una magnitud específica como el voltaje. Finalmente, G3, menciona que la electricidad “se mide con un conversor o inversor ya que este controla la entrada y la salida de la energía, algo que conceptualmente no está bien, si se tiene en cuenta que un inversor tiene como función tomar corriente continua (CC) y convertirla en corriente alterna (CA).

Esta subcategoría es analizada en el principio de aprendizaje por error, principalmente desde el error que comenten los estudiantes frente al uso indistinto de los conceptos voltaje, corriente y carga en sus explicaciones.

#### 7.4.2.3. Funcionamiento de un circuito eléctrico (FCE)

Para esta categoría se realizan dos preguntas, la primera ¿de qué sustancias (interior y exterior) se hacen los cables?, ¿sabes por qué? Esto con el propósito de indagar acerca del conocimiento de los estudiantes sobre materiales conductores y aislantes y su papel en un circuito. Y, la segunda, ¿qué pasa si usamos más de dos bombillas?

Para la primera pregunta, la principal respuesta es el cobre como material que conforma el interior del cable; las interpretaciones, sin embargo, son levemente diferentes, en la tabla 43 se presentan las respuestas agrupadas en 3 grupos (cobre, otros metales y cubierta del cable)

**Tabla 43.** Respuestas agrupadas en 3 grupos (Cobre, otros metales y cubierta del cable)

	G1: Transporta energía, conduce electricidad	G2: Metal, es fácil conducirlo, tiene mayor conductividad, resiste más a los cortos.	G3: La electricidad se transporta más rápido, es un conductor de electricidad	G4: Conduce la electricidad y la energía. Metales.
Cobre				
Otros metales	Aluminio	Aluminio - Estaño	Aluminio	x
Cubierta	x	Se cubre con plástico	x	Caucho para una fácil manipulación

Sobre la segunda pregunta mencionan que posiblemente enciendan las bombillas, aunque cada Caso en particular realiza algunas afirmaciones sobre lo que podría suceder, así:

- G2: *Adicionar pilas para dar más voltaje*  
***un regulador que sostenga la luz del bombillo***  
*enciende, pero muy poco*  
*se requiere un regulador*  
***toda corriente eléctrica debe llevar un suiche o interruptor***
- G3: ***El interruptor decide cuando pasa o no la energía***  
*si se usan más de dos bombillas se daría un gasto mayor de energía*  
*es preferible una pila por cada bombilla*  
***si usamos más de dos bombillas tendríamos que usar un regulador***
- G4: *no enciende porque tienen distintos voltios*  
*enciende, pero requiere más cableado, darían menos luz y la batería se*  
*gastaría más rápido.*  
*no encienden o su luz no es muy radiante*  
*no encenderían con mayor energía, debido a que la batería tendría que*  
*proporcionar electricidad a las 2 bombillas.*

A pesar de manifestar una postura respecto al funcionamiento de un circuito si se utilizan 2 o más bombillas, las afirmaciones que utilizan para sustentar la explicación carecen en algunos casos de sentido, es el caso de G2 al decir que “*un regulador sostiene la luz del bombillo*” y las otras oraciones marcadas en negrita. Sin embargo, hay frases bastante interesantes como “enciende, pero muy poco G2”; “si se usan más de dos bombillas se daría un gasto mayor de energía G3” o “no encienden porque tienen distintos voltios G4” y es que, aunque no se haya profundizado en la explicación parece ser un buen indicio de la comprensión de este asunto en particular. G1, no realizó ningún aporte adicional para la pregunta y si limitó a lo presentando en el diagrama.

Para esta misma categoría se aplicó, previo a los laboratorios, un cuestionario tipo KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory, Young & Tamir, 1977). En esta categoría se muestran los resultados marcados en amarillo. Los asuntos marcados en verde se consideran en el principio del aprendiz perceptor/representador y en azul en el principio del aprendizaje por error.

Inicialmente, G1, presenta en su KPSI (ver tabla 44) un conocimiento alto sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo. Sin embargo, al revisar sus respuestas, aunque no son erróneas del todo, no hay un nivel de profundización que permita identificar un conocimiento alto sobre estos asuntos.

**Tabla 44.** KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo (G1)

a. Nunca he oído hablar de ello. b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es. c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo. d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.		X		
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.				X
Cómo funciona una pila.	X			
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.		X		
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.		X		
Cómo se representan los elementos de un circuito.			X	
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.				X

Los hallazgos principales al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos muestran para G1 lo siguiente:

Estática: *Al frotar el lapicero con la toalla de algodón se crea un calor, haciendo que el lapicero atraiga las bolitas de icopor”*

*“Por el calor del lapicero el chorro del agua se desvía”*

*“Al pasar el peine por el cabello se ve como algunos cabellos se paran”*

Circuitos en serie y en paralelo: *Cuando se afloja un bombillo en un circuito en serie “si una bombilla se afloja y no prende la otra tampoco”*

*Cuando se afloja un bombillo en un circuito en paralelo “si se afloja una bombilla, la otra sigue prendida”*

Conductores y aislante: *Un tornillo: “no enciende” “es posible que haya una capa de pintura” “los metales no son conductores” y “no lo son los que tienen capas cristalinas”*

*El agua no es buena conductora*

Funcionamiento de una pila: *Tienen energía almacenada.*

Con base en lo anterior, se refuerza la idea de la pila como un “almacén de energía”, explicación respecto a la estática desde la práctica experimental está correcta, pero no se explica él porque del comportamiento de los materiales, especialmente, desde el concepto “carga eléctrica”

Por otro lado, G2 manifiesta comprender el fenómeno de la estática y el funcionamiento de una pila. En la tabla 45 se presenta la construcción de su KPSI.

**Tabla 45.** KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo (G2)

a. Nunca he oído hablar de ello. b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es. c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo. d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.				X
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.			X	
Cómo funciona una pila.				X
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.				X
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.			X	
Cómo se representan los elementos de un circuito.			X	
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.		X		

Los hallazgos principales al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos muestran para G2 lo siguiente:

Estática: *al frotar el lapicero con la lana se carga de energía estática y atrae a los átomos de icopor.  
cuando el chorro de agua cae y se acerca al lapicero con la energía estática se hace una pequeña curva de atracción hacia el lapicero  
también crea energía estática y levanta los pelos del cabello*

Circuitos en serie y en paralelo: *“El circuito en paralelo produce más luz porque la luz es independiente”  
Cuando se afloja un bombillo en un circuito en serie “se apaga el otro” Cuando se afloja un bombillo en un circuito en paralelo “quedan prendidos los otros”*

Conductores y aislante: *Los metales son buenos conductores y los plásticos no conducen*

Funcionamiento de una pila: *Tienen energía almacenada.*

Al revisar sus respuestas, no se aprecia una conceptualización amplia alrededor de los conceptos estudiados, al igual que G1 mantiene la idea del almacenamiento de la energía en una pila.

Continuando con G3, se aprecia un convencimiento en su capacidad para explicar la mayoría de los fenómenos descritos. En el KPSI de la tabla 46 se pueden apreciar sus percepciones.

**Tabla 46.** KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo (G3)

a. Nunca he oído hablar de ello.				
b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es.				
c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo.				
d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.			X	
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.				X
Cómo funciona una pila.			X	
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.				X
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.				X
Cómo se representan los elementos de un circuito.			X	
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.				X

Los hallazgos principales al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos muestran para G3 lo siguiente:

Estática: *“al frotar el lapicero con el trapo de lana, se cargó de energía estática la cual atrajo el icopor hacia el lapicero” “al acercar el lapicero al agua, ésta evita el contacto con el lapicero” “al acercar el peine al icopor, éste se adhiere al peine”*

Circuitos en serie y en paralelo: *“Cuando se afloja un bombillo en un circuito en paralelo “una bombilla queda encendida y la que quitamos se apaga”*

Conductores y aislante: *“el aluminio, el cobre y el hierro” “el agua, la madera y el papel no”*

Funcionamiento de una pila: *Tienen energía almacenada.*

No se aprecian en este Caso, ideas diferentes a las ya enunciadas hasta este momento al revisar G1 y G2.

Finalmente, G4 al igual que G3, manifiesta saber el significado de los conceptos y explicar una gran mayoría de ellos. En la tabla 47 se presenta su KPSI.

**Tabla 47.** KPSI sobre los cuerpos conductores y aislantes y la diferencia entre un circuito en serie y uno en paralelo G4.

a. Nunca he oído hablar de ello.				
b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es.				
c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo.				
d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.			X	
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.			X	
Cómo funciona una pila.				X
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.				X
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.				X
Cómo se representan los elementos de un circuito.				X
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.			X	

Los hallazgos principales al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos muestran para G3 lo siguiente:

Estática: *“Se puede observar que la electricidad en el lapicero producida por el efecto de rozamiento atrae levemente los pequeños trozos de icopor”*

*“el fino chorro de agua se desvía de su común “trayecto” porque se repelen entre sí”*

*“en este caso, comparado con el frote con el trapo, el lapicero al rozar con el cabello, atrae mayor cantidad de trozos de icopor”*

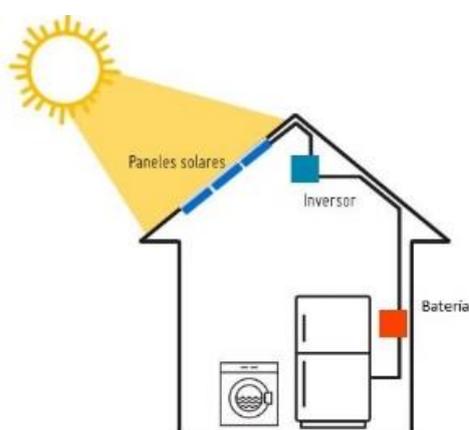
Circuitos en serie y en paralelo: *Cuando se afloja un bombillo en un circuito en serie “se interrumpe el paso de electrones y se corta la corriente”*  
*Cuando se afloja un bombillo en un circuito en paralelo “el flujo de la corriente es independiente, por lo que la bombilla sigue alumbrando”*

Conductores y aislante: *“cobre, aluminio, hierro” y “no lo son madera, vidrio, papel, plástico”*

Funcionamiento de una pila: *Tienen energía almacenada.*

### 7.4.3. Uso de paneles solares para la producción de electricidad (Categoría PE)

En esta categoría, se presentan los resultados obtenidos frente a las preguntas: ¿los paneles solares son una alternativa para la producción de energía eléctrica?, ¿cómo es posible convertir la energía solar en energía apta para el funcionamiento de aparatos eléctricos?, ¿qué conoces de los elementos indicados en la imagen? Con la imagen básicamente se desea conocer si los estudiantes reconocen la necesidad de convertir la corriente directa en alterna, seguir identificando elementos presentes en un circuito eléctrico y básicamente, reconocer su habilidad para inferir o predecir la necesidad de otros elementos y materiales de circuitos eléctricos, necesarios para el funcionamiento adecuado de los elementos eléctricos que puedan estar presentes en un hogar.



Para evidenciar las subcategorías *funcionamiento y características de los paneles solares (FP)* que se refieren a cómo los estudiantes utilizan los paneles solares para explicar la producción de electricidad y cómo valoran su repercusión en el medio ambiente, se utiliza un mapa de proceso (ver gráfico 13) acompañado de algunas definiciones y características. El mapa elaborado corresponde a G1 y sobre él se presentarán los elementos diferenciadores o similares con los otros Casos, ya que en general las respuestas presentan coincidencias.

G2: *El inversor transforma la energía solar en electricidad*

No menciona la placa solar

*El panel solar dependiendo de su capacidad puede durar meses o años*

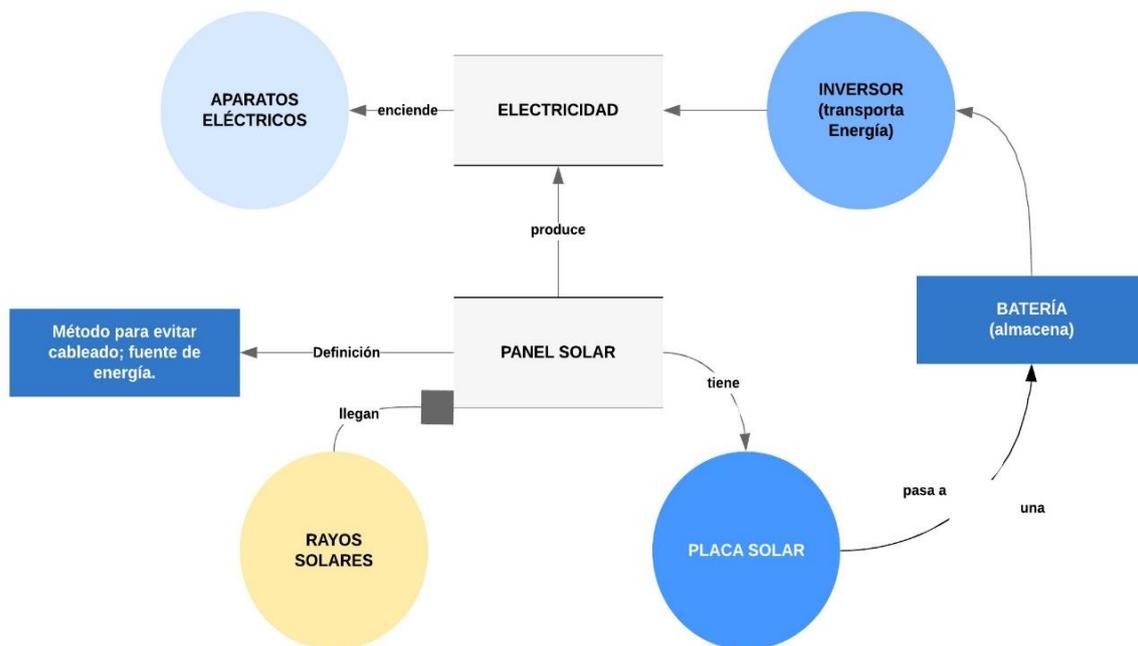
G3: *El inversor controla cuanta energía sale y cuanto no. convierte ésta en apta para el consumo humano.*

Realizan una analogía: *“esto es parecido como con las plantas, el sol de la energía a las plantas, nutrientes y las fortalece esto es casi igual con el panel solar le da vida le trasfiere energía a este medio para así abastecer casas, colegio, etc.”*

*Regulador: regula la energía, es decir, divide la energía para así no quedar con tantos voltios.*

No menciona la placa solar

- G4: *El regulador regula los voltios, el regulador mide cuanta energía será utilizada para que no haya sobrecarga  
el conversor cambia según los voltios que se necesite  
La placa solar se usa para extraer la energía del sol que luego se convierte en electricidad*



**Gráfico 13.** Mapa de proceso del Caso G1

En términos generales, se aprecia el proceso descrito en el gráfico 13, donde los estudiantes reconocen el funcionamiento de un panel solar a partir de los “rayos solares”; y no se mencionan componentes del panel solar o formas de transformación de energía lumínica en energía eléctrica. Todos los Casos coinciden en que la batería como un almacén de energía, lo que sigue reforzando esta idea inicial evidenciada en otras subcategorías.

#### **7.4.4. Categorías asociadas a los principios de la TASC**

##### **7.4.4.1. Influencia de concepciones previas para el nuevo conocimiento.**

Para la categoría *influencia de concepciones previas para el nuevo conocimiento*, es importante resaltar que busca elementos relacionados con el principio del conocimiento previo como variable predominante del aprendizaje significativo. En este sentido, esta categoría se divide en dos subcategorías definidas como: el papel de los subsumidores

irrelevantes para el nuevo conocimiento y el papel de los subsumidores relevantes para el nuevo conocimiento.

Con base en el trabajo presentado hasta este momento, en relación con las categorías emergentes ya descritas y a partir de la información obtenida en el instrumento de indagación inicial, se presentan en los siguientes apartados los subsumidores considerados irrelevantes para el nuevo conocimiento y los relevantes, haciendo énfasis en la electricidad y los circuitos eléctricos.

### **Papel de los subsumidores irrelevantes para el nuevo conocimiento:**

Para esta subcategoría, se consideran algunos subsumidores que no se constituyen en material necesario para comprender el fenómeno de la electricidad o la conceptualización alrededor de los circuitos eléctricos. En la tabla 48, se presentan algunas respuestas a las preguntas planteadas en el instrumento inicial que consideramos que representan subsumidores irrelevantes para aprender sobre los conceptos objeto de análisis.

**Tabla 48.** Subcategorías y respuestas asociadas a subsumidores irrelevantes

<b>SUBCATEGORÍAS</b>	<b>RESPUESTAS ASOCIADAS A SUBSUMIDORES IRRELEVANTES</b>
Definición de la electricidad (DE)	<i>La electricidad permite encender dispositivos (G1-G4) La electricidad es fundamental para las personas G3</i>
Magnitudes físicas (MF)	<i>La electricidad mide en voltios, watts, amperios (G1-G4)</i>
Efectos producidos por la corriente eléctrica en un circuito eléctrico (ECE)	<i>La electricidad se puede generar luz (G1-G4)</i>
Nomenclatura e instrumentos de medición (NI)	<i>La electricidad se mide con un voltímetro (G1, G2, G4)</i>
Funcionamiento de un circuito eléctrico (FCE)	<i>La electricidad viaja a través de cables G1 La corriente eléctrica produce daños en la salud (G1, G2, G4) Un regulador sostiene la luz del bombillo G2</i>
Fuentes de electricidad (FE)	<i>La electricidad se puede obtener de paneles solares (G1-G4)</i>

Lo enunciado anteriormente se considera irrelevante por lo siguiente:

- a. Subcategoría DE. Estas ideas iniciales no permiten comprender el concepto electricidad, se limitan a establecer situaciones del ámbito macroscópico donde se aprecian las aplicaciones y el uso de la electricidad, pero que no se consideran

asuntos necesarios para tener una comprensión posterior del significado físico del concepto en sí.

- b. Subcategoría MF. Reconocer unidades de medida no necesariamente es relevante para comprender la magnitud física, ya que estas se relacionan con las propiedades específicas y requieren de subsunsores relacionados con el flujo de electrones, la diferencia de potencial o los procesos de electrificación.
- c. Subcategoría ECE. Reconocer que la electricidad genera luz, es un asunto que podría ser cotidiano y no necesariamente se considera relevante para la comprensión posterior de otros efectos, ya que cada uno de ellos (calor, movimiento...) requiere de un reconocimiento de la corriente eléctrica, de los componentes del circuito y de los tipos de materiales que los conforman.
- d. Subcategoría NI. Reconocer el voltímetro como instrumento de medición no lo consideramos relevante ya que las asociaciones que están estableciendo los Casos se realizan directamente con el concepto electricidad y no con asuntos específicos como medición de corriente eléctrica, diferencia de potencial o asociando una magnitud a un tipo de instrumento.
- e. Subcategoría FCE. Para comprender el funcionamiento de un circuito es necesario romper con la idea de que un circuito eléctrico es “algo que se va consumiendo” y no lo conciben como un flujo cerrado (Criscuolo, 1987), lo cual es algo histórico en la investigación sobre este concepto. En este sentido, indicar que la electricidad viaja a través de cables o que la corriente ocasiona daños en la salud, no son relevantes para comprender luego el funcionamiento de un circuito eléctrico.
- f. Subcategoría FE. Respecto a esta subcategoría, el hecho de mencionar los paneles solares, o los molinos de viento o la fuerza del agua, no implica y no es relevante para comprender el proceso de transformación de este tipo de energías en electricidad.

Los elementos mencionados anteriormente, dan pistas respecto a aquellos asuntos conceptuales que deberán ser abordados a lo largo del proyecto, en la búsqueda de explicaciones más cercanas a cada categoría y propias del conocimiento científico.

### **Papel de los subsumidores relevantes para el nuevo conocimiento.**

Del mismo modo, al revisar las respuestas obtenidas hasta ahora por lo estudiantes, se han identificado subsumidores que son considerados relevantes y necesarios para establecer asociaciones coherentes con el fenómeno de estudio. En algunos Casos, se aprecian nociones previas referentes a la electricidad y los circuitos eléctricos, las cuales se contemplan como subsumidores relevantes (tabla 49).

**Tabla 49.** Subcategorías y respuestas asociadas a subsumidores relevantes

SUBCATEGORÍAS	RESPUESTAS ASOCIADAS A SUBSUMIDORES RELEVANTES
Definición de la electricidad (DE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>La electricidad es un tipo de energía (G1-G4)</i></li> <li>- <i>La electricidad tiene cargas positivas y negativas (G1)</i></li> </ul>
Magnitudes físicas (MF)	<i>Se debe adicionar pilas para dar más voltaje (G2)</i>
Funcionamiento de un circuito eléctrico (FCE)	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Los metales son buenos conductores y los plásticos no</i></li> <li>- <i>El circuito en paralelo produce más luz porque es independiente (G2)</i></li> <li>- <i>La pila almacena energía (G1-G4)</i></li> <li>- <i>El metal conduce la energía (G1-G4)</i></li> <li>- <i>El interruptor decide cuándo para o no la energía (G3)</i></li> </ul>

Subcategoría DE. Entender la electricidad como un tipo de energía es una idea necesaria para luego comprender como se comporta esta energía en el marco de un circuito eléctrico, el funcionamiento de una pila o incluso el comportamiento microscópico. Además, hablar de cargas, es un subsunor necesario para comprender los procesos de electrificación y el fenómeno de la electricidad estática.

#### **7.4.4.2. Formulación de preguntas**

A lo largo del proyecto y utilizando la bitácora del estudiante como el principal insumo para otorgar a los estudiantes la posibilidad de formular preguntas, se han recogido una serie de cuestionamientos formulados por ellos mismos. En este sentido, se pretende apreciar la habilidad desarrollada por los estudiantes para formular preguntas relevantes, apropiadas y sustantivas de manera sistemática, a lo largo de las diez semanas de aplicación del proyecto. Lo anterior, se considera como una evidencia de aprendizaje significativo crítico, al atender al principio de interacción social y del cuestionamiento. Además, las actividades del proyecto permiten conocer el progreso y evolución de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas.

Como ya se mencionó, la principal fuente de información ha sido la bitácora del estudiante, la cual contó con un espacio específico para su formulación y la observación, a través del diario de campo. Además, los laboratorios también entregaron información valiosa para el análisis del progreso de los estudiantes en la formulación de preguntas, en cada una de las categorías ya definidas.

Las preguntas han sido clasificadas inicialmente según su naturaleza en preguntas sobre el fenómeno de estudio (electricidad y circuitos eléctricos), preguntas sobre paneles

solares y preguntas sobre el proyecto. Posteriormente, se utiliza la clasificación propuesta por de López, Veit y Solano (2014), la cual se presenta en la tabla 50. A esta propuesta, se han realizado algunas adaptaciones respecto a la forma de entender las características de las preguntas, específicamente en el nivel medio, debido a las particularidades del proyecto y la población objeto de estudio, ya que la investigación de las autoras se realiza en el contexto de la educación superior. También, se consideran clasificaciones en los niveles Bajo-Medio o Medio-Alto, atendiendo a aquellas preguntas que se considera tienen características en ambos niveles.

**Tabla 50.** Clasificación propuesta por de López, Veit y Solano (2014).

<b>NIVELES EN LA CAPACIDAD DE Formular Preguntas</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS PREGUNTAS</b>
<b>Bajo</b>	Se hace referencia a preguntas muy limitadas, preguntas que indagan por respuestas numéricas, respuestas del tipo sí o no, o preguntas que buscan como respuesta una ecuación o una palabra completamente inducida por la pregunta También incluye preguntas que indagan por aspectos muy generales que pueden ser subyacentes al fenómeno estudiado, pero que no posibilitan su comprensión.
<b>Medio</b>	Aquellas preguntas cuyas respuestas requieren el uso de algún o algunos conceptos en la descripción de situaciones o fenómenos, sin que se establezca necesariamente una relación entre éstos. Asimismo, pueden considerarse en este nivel, preguntas que pueden generar cierto interés pero que poco aportan a la comprensión del fenómeno en cuestión. También se consideran preguntas en las cuales los estudiantes van más allá de lo abordado en la actividad, estableciendo relaciones con asuntos cercanos a su contexto.
<b>Alto</b>	Aquellas preguntas que incitan al estudiante a la conceptualización, preguntas que requieren una comprensión de los conceptos involucrados en el análisis de un fenómeno y que posibilitan el establecimiento de relaciones claras y coherentes entre los conceptos que explican dicho fenómeno.

Como era de esperarse, en las primeras semanas del proyecto, las preguntas fueron dirigidas hacia el proyecto y los paneles solares. En general cada uno de los Casos se mostró inquieto por conocer más sobre el proyecto, las actividades específicas, el papel de los paneles solares y la elaboración del producto final (aplicaciones para celular y/o videojuegos).

En la búsqueda de comprender mejor como fueron las preguntas que construyeron cada uno de los Casos de análisis, posterior a la clasificación usando los criterios anteriores,

se toman los aportes Sanjosé y Torres (2014), quienes buscan la relación entre los tipos y la habilidad de formulación de preguntas hechas por los estudiantes, en concordancia con la comprensión de los mismos en el área de física. De este modo, en la presente investigación se les brinda un carácter a los criterios (tabla 51) de forma jerarquizada, estableciéndolos como niveles en relación con el avance que se observa de cada Caso; en ese sentido, la máxima comprensión de los estudiantes se logra cuando alcanzan una fase predictiva en las preguntas.

Es importante aclarar que solo las preguntas clasificadas en nivel medio y alto serán luego clasificadas según este criterio. Además, deberán cumplir con una estructura de coherencia para ser consideradas dentro del análisis.

**Tabla 51.** Criterios jerarquizados con respecto a la clasificación de las preguntas

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Asociativa	Preguntas dirigidas a conocer mejor las entidades presentes (objetos o eventos)
Explicativa	Preguntas dirigidas a explicar por qué los objetos y eventos son como son.
Predictiva	Preguntas dirigidas a tratar de avanzar lo que podría suceder si las condiciones fueran distintas de las presentes, usualmente de carácter hipotético deductivo

Para la presentación de los resultados y el análisis, inicialmente se seleccionan el grupo de preguntas elaboradas en cada Caso y son divididas según sean, preguntas del proyecto, preguntas sobre paneles solares o preguntas sobre electricidad y circuitos eléctricos. En la tabla 52, se presenta para cada Caso, las actividades en las cuales se obtuvieron datos, las preguntas formuladas y la valoración. También, se resaltan las situaciones que dieron origen a la formulación de la pregunta.

El interés de este análisis es apreciar el avance de los estudiantes respecto a la formulación de preguntas después de la participación en las actividades del proyecto, al mismo tiempo se podrían considerar los resultados como un diagnóstico que debería ser usado como insumo para continuar fortaleciendo esta habilidad en los estudiantes.

**Tabla 52.** Actividades en las cuales se obtuvieron datos, preguntas formuladas y la valoración de cada Caso.

Preguntas	Actividad	PREGUNTAS FORMULADAS (Caso)		Valoración
Asociadas al proyecto	Salida pedagógica: exploratorio	En la estación sobre edificios sismo resistentes <i>¿Qué es sismo resistente?</i> <i>¿Cómo crear un edificio resistente a sismos, con materiales caseros?</i>	G1	Bajo
				Bajo-medio
		En la estación sobre lanzamiento de cohetes <i>¿Cómo propulsar un cohete con aire comprimido a base de agua?</i>	G3	Bajo

	Diseño y elaboración de aplicaciones	<u>Sobre la creación de aplicaciones para celular o videojuegos</u> <i>¿Cuál será el nombre del proyecto?</i> <i>¿En qué lugar se va a desarrollar el videojuego?</i> <i>¿Cómo hacer que el personaje principal recoja paneles solares?</i>	G1	Bajo	
		<i>¿Qué llevaría la app?</i>	G2		
		<i>“¿Qué herramientas se utilizan para la creación de videojuegos y aplicaciones?”</i> <i>“¿Cómo crear un logo y un nombre apropiados para el videojuego?”</i> <i>“¿Qué herramientas puedo utilizar para crear el logo?”</i> <i>“¿Qué tipo de logos se adecuan más al proyecto?”</i>	G3	Bajo	
		<i>“¿Cómo podemos contribuir a la comunidad con el proyecto?”</i>		Bajo-medio	
		<u>Dialogo sobre la creación del videojuego en Unity</u> <i>¿Qué pasos se utiliza para crear un videojuego?</i>	G1	Bajo	
		<i>¿Qué tipo de script se adecua más a las diferentes acciones presentadas en el videojuego?</i> <i>¿Cómo agregar un personaje a nuestro proyecto en Unity?</i> <i>¿Cómo crear escenas en Unity con sus respectivos componentes?</i> <i>¿Cómo hacer al terminar de recolectar los objetos necesarios, cargue el otro nivel?</i>	G3	Bajo	
		<i>¿Cómo realizar un menú en Unity, donde sus botones lleven juego y a las opciones?</i> <i>¿Cómo hacer una animación para el inicio del juego?</i>	G4	Bajo	
		Explicación MAT	<u>Explicación del MAT</u> <i>¿Qué pasaría si no tomamos información de revistas sino de alguien que sabe sobre el tema?</i> <i>¿Cuál es la diferencia entre un argumento y una opinión?</i>	G3	Medio-Alto
			<i>¿Por qué mi opinión personal no puede ser un argumento?</i>	G4	Alto
		Capacitación Parque Explora	<u>Capacitación Gdevelop - Unity</u> <i>¿Cómo crear un evento en Gdevelop? ¿Cómo animar un objeto en Gdevelop?</i> <i>(Unity y creación del juego)</i> <i>¿Cómo hacer efectos realistas con partículas en Unity 3D?</i> <i>¿Cómo mejorar la calidad de los modelos en 3D en Unity?</i>	G3	Bajo

		<i>¿Cómo hacer que nuestros personajes no traspasen los modelos 3D de la escena en Unity 3D?</i>		
	Socialización	<u>Durante la planeación del cierre del proyecto</u> <i>¿Cómo hacer que la gente quiera jugar nuestro videojuego?</i>	G3	Bajo-medio
Asociadas a los paneles solares		<u>La importancia de ahorrar el recurso energético</u> <i>“¿Qué está haciendo la comunidad de pajarito para ahorrar energía?”</i>	G1	Medio
		<i>“¿Por qué las personas del mundo no economizan electricidad con paneles o molinos de viento para reducir los gastos eléctricos?”</i>	G2	Medio
		<i>“¿Qué fuentes de electricidad contribuyen a la contaminación”</i> <i>“¿Cómo puede ayudar el uso de energía renovable en el medio ambiente?”</i>	G3	Medio
		<i>¿Cómo reducir el gasto de energía en la vereda Pajarito aprovechando los recursos que nos ofrece el medio?”</i> <i>“¿Qué porcentaje de electricidad produce un panel solar de un tamaño apropiado para una vivienda?”</i>	G4	Bajo-Medio
	Salida pedagógica: Vereda Pajarito	<u>Respecto a la elaboración de preguntas para entrevista a comunidad</u> <i>¿Qué sabe usted acerca de los paneles solares?</i> <i>¿Sabe usted leer la cuenta de servicios?</i> <i>¿Qué productos o servicios eléctricos obtiene en su casa?</i> <i>¿Cómo hace usted para ahorrar energía en su hogar?</i>	G1	Bajo
		<i>¿La gente de la comunidad sabrá mirar y saber cuánto gastan realmente de sus servicios públicos?</i> <i>¿Qué es energía renovable para la gente de la comunidad?</i>	G2	Bajo
		<i>¿Cuánta energía consume en el total de un mes un habitante de Pajarito?</i> <i>¿Qué sabe acerca del uso de paneles solares un habitante de pajarito?</i> <i>¿Qué alternativas para reducir el costo de energía en su hogar identifican los habitantes de pajarito?</i>	G3	Bajo-medio
		<i>¿Cómo calcular la energía que se gasta en un hogar?</i> <i>¿Cómo implementar un panel solar en casa?</i>	G4	Bajo-medio

	Laboratorio Carros solares	<u>Los paneles solares como alternativa para obtener energía limpia y reducir gastos económicos.</u> <i>“¿Por qué se reduce el gasto de energía si se utilizan paneles solares?”</i> <i>“¿Qué métodos existen de energía limpia para reducir su consumo en el colegio?”</i> <i>“¿Qué cambia cuando se usa energía limpia en vez de la electricidad común?”</i>	G1	Bajo-medio
		<i>“¿Por qué le sol transfiere o da electricidad?”</i> <i>¿Qué beneficios trae el uso de energía solar?</i> <i>¿Por qué la energía solar es amigable con el medio ambiente?</i>	G3	Bajo-medio
		<u>Durante la construcción de los carros solares</u> <i>¿Cuáles son los pasos para construir correctamente un carro solar?</i>	G1	Bajo
		<u>Al cierre de la actividad de construcción</u> <i>¿Qué beneficios adquirimos si tenemos un carro solar?</i> <i>¿El carro solar es bueno para el medio ambiente?</i>	G2	Bajo-medio
	Salida pedagógica: laboratorio Ruta N	<u>Durante la explicación del proceso de fabricación de paneles solares.</u> <i>¿Por qué son más efectivas las nano partículas?</i>	G1	Medio-alto
		<i>¿Por qué la perovskita es tan buena para los paneles solares que ustedes elaboran? (se refieren a la perovskita, un mineral usado en este laboratorio para la fabricación de paneles solares)</i>	G3	Alto
		<i>¿qué pasa si no se utilizan esas cámaras para manejar los instrumentos? (hacen referencia a campanas de extracción)</i>	G4	Bajo
		<u>Durante la presentación de los paneles solares en la Sede de investigación de la Universidad de Antioquia SIU</u> <i>¿Por qué no se usan más paneles solares en la ciudad?</i> <i>¿Cuáles son los cuidados que se deben tener con estos paneles?</i>	G1	Bajo-medio
Electricidad y circuitos eléctricos	Historia de la Electricidad	<u>Se plantea una actividad para conocer la historia de Nicola Tesla y diferencias corriente continua de la alterna.</u> <i>¿Qué es corriente continua y corriente alterna?</i> <i>¿Cómo se produce la electricidad?</i> <i>¿Quién fue Nicola Tesla y T. Edison?</i>	G3	Bajo
		<i>¿Por qué es más barata la corriente alterna?</i>		Bajo-medio

Laboratorio I: electrización y medición	<u>Durante la experimentación se realiza una experiencia utilizando una brújula y un circuito</u>	G1	Medio-alto
	<i>¿Por qué una pila puede afectar una brújula?</i>		
	<u>Durante el trabajo con energía estática</u> <i>¿Es peligrosa la energía estática para la salud?</i>	G2	Bajo-Medio
Laboratorio II: construcción de circuitos	<u>Al indagar sobre sus conocimientos para elaborar un circuito eléctrico</u> <i>¿Cómo crear un circuito eléctrico?</i> <i>¿Cuántos tipos de circuito eléctrico pueden haber?</i>	G2	Bajo
	<i>¿Cómo crear un cortador de icopor?</i>	G3	Bajo
	<u>Al construir circuitos en serie y en paralelo y variar el número de bombillas</u> <i>¿Se podría aumentar la iluminación si pones más pilas o se queman?</i>	G1	Alto
	<i>¿Por qué en la casa se apaga el suiche y quedan algunos bombillos encendidos?</i>		Medio
	<i>¿Cuál debe ser la posición de las bombillas si hacemos un circuito mixto?</i>	G2	Medio
	<i>¿Qué pasa si aumentamos el largo de los cables?</i>	G4	Medio-Alto
	<i>¿Por qué no enciende un bombillo más grande?</i>	G2	Medio
	<i>¿La bombilla se quemó porque no aguantó el voltaje de la pila?</i>	G3	Bajo
	<i>¿Cuál es la potencia de la electricidad si llega directa?</i> <i>¿por qué se nos han quemado tres bombillas?</i>	G4	Medio
	<u>Respecto al funcionamiento de una pila</u> <i>¿Cuál es la sustancia que hay en la pila?</i>	G1	Bajo
	<i>¿Por qué las pilas contaminan?</i>	G2	Bajo
	<u>Durante la elaboración de un cortador de icopor</u> <i>¿Por qué se calienta la fibra?</i>	G2	Bajo-medio
	<i>¿Por qué se produce calor?</i> <i>¿Por qué se gasta la batería si no estamos generando luz?</i> <i>¿Qué podría pasar si usamos un material diferente?</i>	G3	Alto
	<i>¿Qué pasa si usamos corriente directamente de una toma?</i>		G4

Después de realizar la clasificación inicial de las preguntas anteriores (81 en total) se obtienen las diferentes clasificaciones para cada grupo, se destacan la cantidad de preguntas aportadas por G1 y G3, mejores que las presentadas por G2 y G4; sin embargo, retomando la idea de clasificar nuevamente las preguntas del nivel medio en adelante, la paridad es notoria

en términos del número de preguntas, excepto en el nivel alto donde sobresale G3 y no aporta ninguna G2. En la tabla 53, se presentan los totales para cada Caso y para cada nivel.

**Tabla 53.** Totales de las preguntas para cada Caso y para cada nivel.

CASOS	BAJO	BAJO-MEDIO	MEDIO	MEDIO-ALTO	ALTO	TOTAL
G1	11	6	2	2	1	22
G2	6	4	1	2	0	13
G3	18	8	2	2	4	34
G4	3	4	3	1	1	12
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>81</b>

Se puede apreciar que predominan las preguntas del nivel bajo. Además, las actividades que derivan en la construcción de estas preguntas forman parte de asuntos propios del proyecto, por ejemplo *¿cómo construir una aplicación o ¿cuáles son los pasos para construir un carro solar?*

Según lo indicado previamente, hemos realizado una nueva clasificación las preguntas, atendiendo a si se tratan de preguntas asociativas, explicativas y predictivas. En la tabla 54 se formulan las 21 preguntas seleccionadas.

**Tabla 54.** Nueva clasificación de las preguntas

	PREGUNTAS ASOCIATIVAS	PREGUNTAS EXPLICATIVAS	PREGUNTAS PREDICTIVAS
<b>Proyecto (MAT)</b>	<i>“¿Cuál es la diferencia entre un argumento y una opinión?” G3</i>	<i>“¿Por qué mi opinión personal no puede ser un argumento?” G4</i>	<i>“¿Qué pasaría si no tomamos información de revistas sino de alguien que sabe sobre el tema?” G3</i>
<b>Paneles Solares</b>	<i>“¿Qué fuentes de electricidad contribuyen a la contaminación” G3</i> <i>“¿Cómo puede ayudar el uso de energía renovable en el medio ambiente?” G3</i>	<i>“¿Qué está haciendo la comunidad de pajarito para ahorrar energía?” G1</i> <i>“¿Por qué las personas del mundo no economizan electricidad con paneles o molinos de viento para reducir los gastos eléctricos?” G2</i> <i>“¿Por qué son más efectivas las nano partículas?” G1</i> <i>“¿Por qué la perovskita es tan buena para los paneles solares que ustedes elaboran?” G3 (se refiere a la perovskita, un mineral usado en este laboratorio para la fabricación de paneles solares)</i>	X

<b>Electricidad y circuitos</b>	<i>“¿Cuál debe ser la posición de las bombillas si hacemos un circuito mixto?”</i> <b>G2</b> <i>“¿Qué pasa si aumentamos el largo de los cables?”</i> <b>G4</b> <i>“¿Cuál es la potencia de la electricidad si llega directa?”</i> <b>G4</b>	<i>“¿Por qué una pila puede afectar una brújula?”</i> <b>G1</b> <i>“¿Por qué en la casa se apaga el suiche y quedan algunos bombillos encendidos?”</i> <b>G1</b> <i>“¿Por qué no enciende un bombillo más grande?”</i> <b>G2</b> <i>“¿Por qué se produce calor?”</i> <b>G3</b> <i>“¿Por qué se gasta la batería si no estamos generando luz?”</i> <b>G3</b> <i>“¿Por qué se nos han quemado tres bombillas?”</i> <b>G4</b>	<i>“¿Se podría aumentar la iluminación si pones más pilas o se queman?”</i> <b>G1</b> <i>“¿Qué podría pasar si usamos un material diferente?”</i> <b>G3</b> <i>“¿Qué pasa si usamos corriente directamente de una toma?”</i> <b>G4</b>
---------------------------------	---	---	---

Los resultados obtenidos en esta nueva categorización muestran cómo las preguntas relacionadas con el proyecto quedaron relegadas a la categoría del bajo y bajo-medio, y tan solo en las actividades de apropiación del esquema del MAT, aparecen preguntas asociadas a esta nueva clasificación.

Todos los Casos participan en la formulación de preguntas. Las de carácter de asociación son enunciadas por los Casos G3 (3), G2 (1) y G4 (2), las explicativas G1 (4), G2 (2), G3 (3) y G4 (2) y las predictivas G1 (1), G3 (2) y G4 (1). Como se puede apreciar las preguntas explicativas tienen una mayor presencia, esto es debido a la necesidad expresada por los estudiantes de comprender los fenómenos estudiados. También, es importante anotar que las preguntas seleccionadas se encontraron en el ámbito de la electricidad y los circuitos eléctricos, los paneles solares y las actividades de argumentación.

Los resultados obtenidos de este ejercicio son satisfactorios, teniendo en cuenta que el trabajo por proyectos y la construcción de un producto final no es algo que forma parte de la cotidianidad de los estudiantes. Además, el hecho de dar a los estudiantes la oportunidad de formular preguntas y que no solo fueran planteadas por el profesor, fue un reto que en la mayoría de los Casos se asumió de forma espontánea, sin presión y de manera natural.

Del mismo modo, este tipo de actividad nos permite valorar indicios de un aprendizaje significativo crítico, que puede evidenciarse en la capacidad lograda por los estudiantes para formular preguntas. Aunque algunas de ellas fueran más relevantes, apropiadas y sustantivas (nivel medio y alto), las preguntas del nivel bajo se consideran necesarias, en el sentido de que posibilitaron abrir caminos para la comprensión de lo abordado en el proyecto.

#### **7.4.4.3. Aprendiz como perceptor/representador.**

Para el análisis de este principio se parte de la idea propuesta por Moreira en su teoría, es decir, *el aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa:*

*todo lo que el alumno recibe, lo percibe. Y es que dentro del proyecto Pajarito comunidad solar, se presentaron múltiples oportunidades para que el estudiante representara lo que estaba percibiendo en su contexto y explicitara sus percepciones previas, haciendo referencia a la idea de que el perceptor decide cómo representar en su mente el objeto o estado de cosas del mundo y toma esa decisión basado en aquello que su experiencia previa (o sea, percepciones pasadas) le sugiere que irá a “funcionar” para él.*

Tomando como base lo anterior y teniendo como foco la idea de encontrar aquellas percepciones de los Casos analizados y su forma de representarlos, se toman como referentes para este análisis tres actividades del proyecto:

- a. *Práctica experimental.* En los laboratorios sobre electrificación, circuitos eléctricos y paneles solares, los estudiantes tuvieron la posibilidad de trabajar alrededor de diferentes conceptos asociados a la categoría “circuitos eléctricos”, entre ellos, el concepto de “corriente eléctrica”, el cual es analizado desde este principio.
- b. *Salida pedagógica.* Durante el proceso de diseño de la salida pedagógica, los estudiantes tuvieron la posibilidad de formular una hipótesis inicial sobre lo que creían que se iba a encontrar en la comunidad respecto al conocimiento sobre paneles solares y el uso adecuado de la factura de servicios públicos y la interpretación del componente eléctrico.
- c. *Producto final.* En este proyecto, los estudiantes tuvieron la posibilidad de realizar aplicaciones para celular o videojuegos; en este sentido, el producto se considera una forma de manifestar lo aprendido y por lo tanto una forma de aprendizaje significativo crítico en términos de la percepción/representación de lo vivido por los estudiantes a lo largo del proyecto.

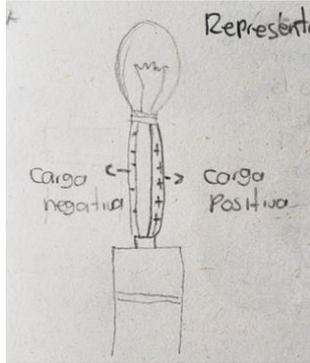
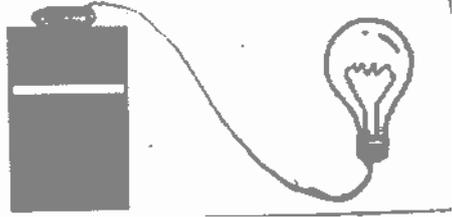
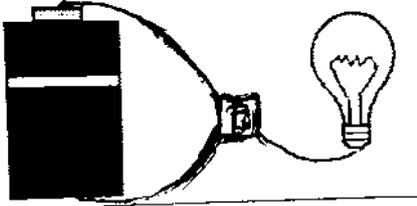
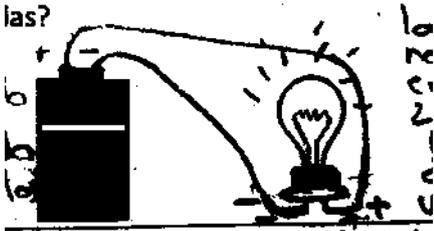
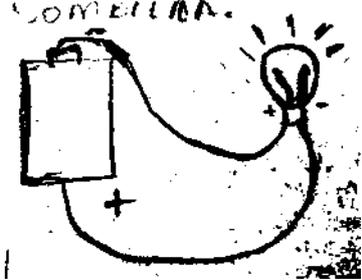
Aclarando lo anterior, se toma como referencia lo enunciado en el cuadro de categorías y se parte de la identificación de evidencias sobre como los estudiantes perciben y representan asuntos relacionados con la electricidad y los circuitos eléctricos, los paneles solares y la lectura del componente eléctrico en una factura y la creación de aplicaciones sobre sus proyectos; todo ello para analizar las siguientes tres subcategorías asociadas a las actividades descritas anteriormente:

- A. Percepción/representación sobre la corriente eléctrica (PRCE).
- B. Percepción/representación sobre el consumo eléctrico y el conocimiento sobre paneles solares. (PRE).
- C. Percepción/representación en relación con el producto para un público. (PRP).

Inicialmente, se presentan los resultados obtenidos para la subcategoría A, la cual se construyó con base en la pregunta formulada a los estudiantes en el instrumento inicial,

¿cómo conectarías la bombilla a la pila eléctrica para que ésta encienda?, representa un esquema mediante líneas o trazos. En cada uno de los Casos se detectaron algunos modelos usados por los estudiantes. En la tabla 55, se presenta la descripción del modelo (Driver y cols., 1994) para cada Caso. Es importante mencionar que esta clasificación se realiza en relación con la circulación de la corriente eléctrica cuando se conectan una bombilla y una pila.

**Tabla 55.** Descripción del modelo (Driver y cols., 1994) para cada Caso

Descripción del modelo	Representación Caso 1 y Caso 3
<p><b>Modelo unipolar:</b> Este modelo presenta distintas variantes: el cable de retorno puede ser omitido o bien considerarse necesario, pero como elemento pasivo.</p>	 
<p><b>Modelo concurrente:</b> La corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume en la bombilla.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Representación Caso 3</b></p> 
<p><b>Modelo concurrente:</b> La corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume en la bombilla.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Representación Caso 4</b></p>  

Con base en lo anterior, se puede evidenciar en las representaciones usadas por el caso 4, confusión respecto a la polaridad, ya que en el primer esquema se presenta el flujo de corriente entre polos iguales, contrario a lo ocurrido en el segundo dibujo. En el caso 2 no se aportó información.

Además, los estudiantes no ven la necesidad de cerrar el circuito (G3) y en este Caso proponen un modelo en el que solo hay un cable que une los dos componentes indicando que la corriente viaja desde la pila hacia la bombilla por el mismo cable al tiempo.

Al contrastar la información de cada Caso con las explicaciones generadas, las ideas en general se limitan a expresiones como:

*“El bombillo enciende porque la batería le da energía” G1, G2, G3, G4*

*“Cuando se acaba la batería el bombillo no enciende” G3*

*“El cable de cobre permite que la energía pase hacia el bombillo” G1, G2, G3, G4*

*“Tienen carga positiva y negativa” G1 y G4*

Esta percepción de los estudiantes está asociada a la idea de que la corriente eléctrica es un fluido material. Es decir, que se almacena en una pila y se gasta o se consume en los dispositivos de un circuito. En este sentido, los cables serían el vehículo que permite trasladar de un sitio a otro la corriente (Pozo, 2004).

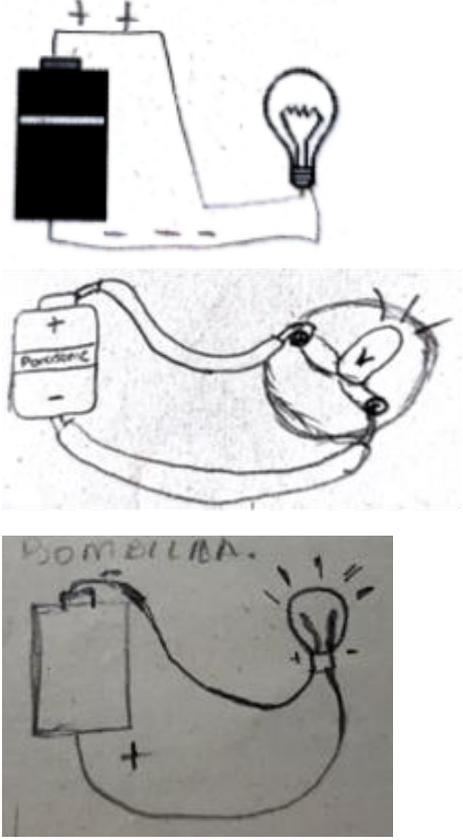
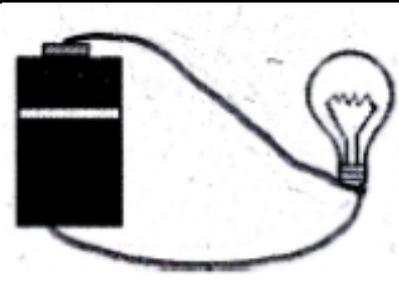
Aunque G2 menciona que *el bombillo enciende porque la batería le da energía* no realiza ningún tipo de representación al respecto o argumento explicativo.

Posterior a las actividades del proyecto, se solicita a los Casos analizados realizar el mismo ejercicio, esto con el propósito de contrastar estas representaciones iniciales y verificar si se presentaron cambios significativos. En la tabla 56, se presentan los resultados.

Aunque las representaciones son similares a las iniciales, se puede apreciar el aporte de G2 que inicialmente no realizó el ejercicio y se aprecia una mayor conciencia respecto a la presencia de cargas en el circuito, utilizando los símbolos “+” y “-” (G1, G2 y G4) aunque no indican la dirección del flujo de la corriente.

Por otro lado, se encuentran diferencias significativas respecto a las ideas iniciales que tenían del fenómeno, las cuales se evidencian al contrastar las respuestas del cuestionario y los aportes en los laboratorios. En general se evidencian dos categorías en cuanto a la percepción/representación que tienen cada uno de los Casos, sobre el flujo de corriente, la primera que también fue encontrada en el cuestionario inicial y la segunda que emerge después de las actividades del proyecto.

**Tabla 56.** Resultados de los Casos con relación a la corriente eléctrica

Descripción del modelo	Representación Caso 1, 2 y 4 respectivamente
<p><b>Modelo concurrente:</b> La corriente sale por los dos terminales de la batería y se consume en la bombilla.</p>	
<p><b>Modelo unipolar:</b> Este modelo presenta distintas variantes: el cable de retorno puede ser omitido o bien considerarse necesario, pero como elemento pasivo.</p>	<p><b>Representación Caso 3</b></p> 

- a. Percepción/representación 1: la corriente eléctrica se concibe como un fluido material, que se almacena en una pila y se gasta o se consume en los dispositivos de un circuito. En este sentido, los cables serían el vehículo que permite trasladar de un sitio a otro la corriente (Pozo, 2004). Este error persiste en la mayoría de los Casos y se puede evidenciar además de sus representaciones, en expresiones como:

*“El flujo de corriente que va de la batería hasta el bombillo por los cables y lo enciende” G1, G2, G3 y G4*

*“El bombillo enciende porque la batería le suministra energía en forma de corriente eléctrica”. G1, G2, G3, G4*

*“Cuando se acaba la batería el bombillo se apaga” G1, G4*

- b. Percepción/representación 2: la corriente eléctrica está constituida por el movimiento de los electrones (definición del concepto desde la física). Esta percepción emergente, permite inferir un acercamiento mayor al campo microscópico, ya que los estudiantes utilizan un lenguaje más específico para referirse al funcionamiento del circuito, así:

*“El bombillo enciende porque los electrones que salen de la batería le hacen encender”.*

*“La velocidad con la que los electrones circulan por los alambres de la batería hasta el bombillo generan, luz, calor o movimiento”. G3* En este Caso, se reconocen otros efectos.

*“Los electrones viajan desde el polo negativo hasta el polo positivo”. G1 y G4*

*“El bombillo se apaga cuando en el extremo negativo de la pila ya no quedan más electrones”. G2*

Aunque no todas las apreciaciones son correctas, se observan avances en términos de uso del lenguaje, del reconocimiento de la corriente eléctrica como un flujo de electrones y la idea inicial de carga eléctrica, que de igual manera tienden a usar indistintamente como sinónimo en algunos casos de voltaje o de corriente eléctrica.

Además de lo anterior, en el trabajo experimental realizado en los laboratorios aplicados en este proyecto se apreciaron resultados adicionales para este principio, por ejemplo, para relacionar la corriente eléctrica y el calor, al elaborar un cortador de icopor con los estudiantes. Sobre esta relación, se formularon algunas preguntas, de las cuales se comentan tres, i) ¿por qué se produce el efecto calorífico cuando cortamos el icopor?, ii) ¿qué ha pasado en el interior del cable en el cortador de icopor?, y iii) ¿de qué depende la cantidad de calor que se libera? Para este caso

G1: i) *Por una **sobrecarga de electrones***; ii) ***La conexión** de las baterías con los clavos hace que se caliente el nicromo*; y iii) *De la cantidad de **electrones que fluyen***.

G2: i) *Se calienta debido a la energía y el material que se utiliza*; ii) *Si hacemos un alambre que corte, lo juntamos con **corriente eléctrica**, lo calentamos más fácil*; y iii) ***depende de la batería***

G3: i). *El cable se ha calentado, lo que provoca que derrita el icopor y lo corte*; ii) *NS/NR*; y iii) *NS/NR*

G4: i). *Hay una **sobrecarga de electrones***; ii) *hubo un alto **flujo de electrones**, lo que causó que el alambre se calentara*; y iii) *de la **cantidad de electrones que se liberan***.

Las respuestas anteriores, reafirmar lo enunciado en la percepción/representación 2 y adicionalmente incorpora el hecho de que no siempre la relación se debe establecer con el efecto lumínico, al observar una aplicación directa del calor, en este caso para cortar icopor.

Pasando ahora a la subcategoría B, se presenta el análisis que realiza cada Caso sobre la salida pedagógica a la comunidad en relación con el gasto del servicio eléctrico en cada hogar y el conocimiento sobre los paneles solares. Para la presentación de los resultados sobre esta subcategoría, los estudiantes elaboraron un conjunto de preguntas para indagar, en la Comunidad perteneciente al sector, su conocimiento sobre los temas descritos, además de asuntos de corte ambiental y de acciones a favor del cuidado de los recursos.

Para lograr lo anterior, se acordaron un conjunto de preguntas para aplicar una encuesta a diferentes personas de la comunidad. También, cada Caso formuló tres hipótesis que para este análisis se corresponden con sus percepciones frente al fenómeno que se pretende estudiar, previo a la actividad (ver tabla 57).

Otra de las tareas para cada Caso analizado, fue presentar algunos de los focos de contaminación que lograran identificar durante el recorrido y elaborar una cartografía del espacio, esto como una evidencia del trabajo elaborado y como una forma de apoyar o cuestionar sus hipótesis iniciales.

**Tabla 57.** Preguntas e hipótesis de la entrevista a la comunidad

<b>Casos</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Hipótesis</b>
<b>G1</b>	Presentación inicial: ¿Sabe usted leer el componente eléctrico registrado en la factura de servicios públicos?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Las personas de la vereda no saben leer las facturas</i></li> <li>2. <i>Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo de electricidad en el hogar</i></li> <li>3. <i>Las personas conocen los paneles solares y su función.</i></li> </ol>
<b>G2</b>	¿Cuál es el valor y el consumo de energía según datos registrados en la factura de empresas públicas?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Los habitantes conocen sus facturas y las saben leer</i></li> <li>2. <i>La mayoría de las personas tienen alternativas para reducir el consumo de electricidad en el hogar.</i></li> <li>3. <i>Las personas conocen los paneles solares, sus características y funcionamiento.</i></li> </ol>
<b>G3</b>	¿Qué métodos o alternativas utiliza para reducir el consumo de energía eléctrica en su hogar? ¿Qué sabes acerca del uso de paneles solares, como funcionan, cuáles son sus costos y beneficios?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Las personas no saben leer sus facturas eléctricas</i></li> <li>2. <i>Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica</i></li> <li>3. <i>No se conocen los paneles solares ni su funcionamiento.</i></li> </ol>
<b>G4</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Las personas no saben leer sus facturas</i></li> <li>2. <i>Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo.</i></li> <li>3. <i>Las personas conocen los paneles y sus usos</i></li> </ol>

Después de elaborar lo anterior, cada grupo de trabajo en compañía de los docentes participantes del proyecto se desplazó hacia la “vereda Pajarito” (figura 30), área de influencia de la institución educativa en la cual se aplicó el proyecto. Es importante anotar que es un sector aún con características rurales.

Para la recolección de la información, cada grupo utilizó el dispositivo móvil, como una herramienta de grabación, además, previo a la intervención se acordó un protocolo de saludo, solicitud de permiso para la grabación y tratamiento de la información. En cada uno de los tres hogares o fábricas visitadas, se debía recolectar la información de la factura de servicios públicos en el componente de electricidad, para realizar el análisis posterior.



**Figura 30.** Estudiantes realizando las entrevistas en diferentes hogares y fábricas del sector, utilizaron grabaciones en audio, solicitando el permiso correspondiente a las personas entrevistadas.

Después de recolectada la información cada grupo de trabajo realizó las transcripciones correspondientes y en clase de tecnología se utilizó la herramienta Microsoft Excel para sistematizar y presentar la información.

Una vez analizada la información de todos los casos, a continuación, se presentan los resultados obtenidos. A modo de ejemplo, en la tabla 58 se expone el material elaborado por G3, los demás se pueden ver en el Anexo P1.

El grupo G3 aportó tres elementos para el análisis (tabla 58), análoga información fue presentada por el resto de los Casos, aunque con distinto nivel de detalle. Primero, una cartografía del lugar, que contiene los focos de contaminación identificados, los lugares visitados y la ruta seguida; segundo, las transcripciones de las respuestas de las personas participantes y tercero, un cuadro para definir si las hipótesis iniciales se mantienen o son descartadas, después de la revisión de la información recolectada.

Tabla 58. Elementos que corresponden a G3

ESQUEMA																												
<p>Casas Entrevistadas</p> <p>Fotos/Agentes contaminantes</p>																												
SISTEMATIZACIÓN																												
<p><b>Nombre: G3</b></p> <p><b>Fecha:</b> 11 de Agosto</p> <p><b>Respuestas</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Hogar 1</th> <th>Hogar 2</th> <th>Hogar 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>si, miro la cuenta. 100 mil</td> <td>Claro, no se cuando es, 80 o 70 mil pesos eso es depende lo que se gaste, yo casi no gastó luz pero mi nieta trabaja, peina, plancha, tiene una peluquería.</td> <td>Si señor, miro en la factura de EPM, reviso cuantos kilovatios he consumido en el mes y el valor aproximado ya de ahí me da el resultado para pagar. Para esta casa que somos 5 ocupantes consumimos 174 Kw al mes que es un valor de 40 mil pesos</td> </tr> <tr> <td>Economizar lo más que pueda, los bombillos ahorradores, desconecto todo</td> <td>Yo no cocino con luz, eso no cuenta casi, tengo gas y somos solo dos en la casa.</td> <td>cuando está el día calido aprovechamos para bañarnos con agua fria, osea sin utilizar el calentador. Utilizamos bombillos ahorradores pero no desconectamos electrodomésticos</td> </tr> <tr> <td>No sobre eso no estoy como enterado</td> <td>No</td> <td>De esa tecnología si tengo conocimiento lo que pasa es que es un poco costosa para implementarse en la casa pero de baja iluminación pero apenas estoy empezando con el, si quieren se los puedo enseñar. Es un sistema muy sencillo, consta de una celda solar que la puedes ubicar en el techo o un lugar que le de siempre el sol, una batería para acumular la energía y una dispositivo o una lampara para consumirlo. El beneficio es que no tendrías que comprar energía a EPM y es una energía limpia.</td> </tr> </tbody> </table>		Hogar 1	Hogar 2	Hogar 3	si, miro la cuenta. 100 mil	Claro, no se cuando es, 80 o 70 mil pesos eso es depende lo que se gaste, yo casi no gastó luz pero mi nieta trabaja, peina, plancha, tiene una peluquería.	Si señor, miro en la factura de EPM, reviso cuantos kilovatios he consumido en el mes y el valor aproximado ya de ahí me da el resultado para pagar. Para esta casa que somos 5 ocupantes consumimos 174 Kw al mes que es un valor de 40 mil pesos	Economizar lo más que pueda, los bombillos ahorradores, desconecto todo	Yo no cocino con luz, eso no cuenta casi, tengo gas y somos solo dos en la casa.	cuando está el día calido aprovechamos para bañarnos con agua fria, osea sin utilizar el calentador. Utilizamos bombillos ahorradores pero no desconectamos electrodomésticos	No sobre eso no estoy como enterado	No	De esa tecnología si tengo conocimiento lo que pasa es que es un poco costosa para implementarse en la casa pero de baja iluminación pero apenas estoy empezando con el, si quieren se los puedo enseñar. Es un sistema muy sencillo, consta de una celda solar que la puedes ubicar en el techo o un lugar que le de siempre el sol, una batería para acumular la energía y una dispositivo o una lampara para consumirlo. El beneficio es que no tendrías que comprar energía a EPM y es una energía limpia.															
Hogar 1	Hogar 2	Hogar 3																										
si, miro la cuenta. 100 mil	Claro, no se cuando es, 80 o 70 mil pesos eso es depende lo que se gaste, yo casi no gastó luz pero mi nieta trabaja, peina, plancha, tiene una peluquería.	Si señor, miro en la factura de EPM, reviso cuantos kilovatios he consumido en el mes y el valor aproximado ya de ahí me da el resultado para pagar. Para esta casa que somos 5 ocupantes consumimos 174 Kw al mes que es un valor de 40 mil pesos																										
Economizar lo más que pueda, los bombillos ahorradores, desconecto todo	Yo no cocino con luz, eso no cuenta casi, tengo gas y somos solo dos en la casa.	cuando está el día calido aprovechamos para bañarnos con agua fria, osea sin utilizar el calentador. Utilizamos bombillos ahorradores pero no desconectamos electrodomésticos																										
No sobre eso no estoy como enterado	No	De esa tecnología si tengo conocimiento lo que pasa es que es un poco costosa para implementarse en la casa pero de baja iluminación pero apenas estoy empezando con el, si quieren se los puedo enseñar. Es un sistema muy sencillo, consta de una celda solar que la puedes ubicar en el techo o un lugar que le de siempre el sol, una batería para acumular la energía y una dispositivo o una lampara para consumirlo. El beneficio es que no tendrías que comprar energía a EPM y es una energía limpia.																										
<p>Julio</p> <p>Junio</p> <p>Mayo</p> <p>Abril</p> <p>Marzo</p> <p>Febrero</p> <p>1</p>																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Consumo de Energia últimos 6 meses Hogar 3</th> <th>Valor EPM mes de Agosto</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>258,51</td> </tr> <tr> <th>Mes</th> <th>Consumo (Kwh)</th> <th>Valor</th> </tr> <tr> <td>Febrero</td> <td>174</td> <td>44980,74</td> </tr> <tr> <td>Marzo</td> <td>169</td> <td>43688,19</td> </tr> <tr> <td>Abril</td> <td>175</td> <td>45239,25</td> </tr> <tr> <td>Mayo</td> <td>174</td> <td>44980,74</td> </tr> <tr> <td>Junio</td> <td>173</td> <td>44722,23</td> </tr> <tr> <td>Julio</td> <td>170</td> <td>43946,7</td> </tr> </tbody> </table>		Consumo de Energia últimos 6 meses Hogar 3	Valor EPM mes de Agosto				258,51	Mes	Consumo (Kwh)	Valor	Febrero	174	44980,74	Marzo	169	43688,19	Abril	175	45239,25	Mayo	174	44980,74	Junio	173	44722,23	Julio	170	43946,7
Consumo de Energia últimos 6 meses Hogar 3	Valor EPM mes de Agosto																											
		258,51																										
Mes	Consumo (Kwh)	Valor																										
Febrero	174	44980,74																										
Marzo	169	43688,19																										
Abril	175	45239,25																										
Mayo	174	44980,74																										
Junio	173	44722,23																										
Julio	170	43946,7																										

G3

	<b>Hipótesis iniciales</b>	Se mantiene	No se mantiene
	<i>Las personas no saben leer sus facturas eléctricas</i>		
	<i>Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica</i>		
	<i>No se conocen los paneles solares ni su funcionamiento.</i>		

Para el primer elemento, G1 y G3, decide editar imágenes, G2, utiliza un mapa de la zona y G4 utiliza la herramienta Google Maps (vista satelital) para tener una mayor cercanía con el contexto. En todos los casos, se cumple con el criterio de ubicar focos de contaminación y trazar la ruta y lugares de entrevista. Sin embargo, G2 y G3, no mencionan cuales fueron esos focos de contaminación detectados.

Respecto a la información obtenida en las entrevistas, cada grupo de trabajo realizó el cálculo del consumo eléctrico en cada uno de los lugares visitados para los seis meses previos a la intervención. Ambos insumos, les sirvieron para tomar decisiones respecto a si mantenían o no su hipótesis inicial. Los resultados se presentan en la tabla 59.

**Tabla 59.** Información de la entrevista sobre el consumo eléctrico

<b>Casos</b>	<b>Hipótesis inicial</b>	<b>Se mantiene</b>	<b>No se mantiene</b>
<b>G1</b>	Las personas de la vereda no saben leer las facturas	X	
	Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo de electricidad en el hogar		X
	Las personas conocen los paneles solares y su función.		X
<b>G2</b>	Los habitantes conocen sus facturas y las saben leer		X
	La mayoría de las personas tienen alternativas para reducir el consumo de electricidad en el hogar.		X
	Las personas conocen los paneles solares, sus características y funcionamiento.		X
<b>G3</b>	Las personas no saben leer sus facturas eléctricas.		X
	Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica		X
	No se conocen los paneles solares ni su funcionamiento.	X	
<b>G4</b>	Las personas no saben leer sus facturas	X	
	Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo.		X
	Las personas conocen los paneles y sus usos		X

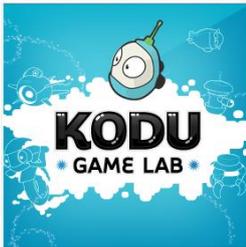
El hecho de que presenten cambios en sus hipótesis iniciales no indica necesariamente que tengan errores en sus interpretaciones iniciales, ya que en eso consiste la formulación de hipótesis, lo que evidentemente sí pudo haber cambiado, fueron sus percepciones frente a cada uno de los asuntos planteados. Tal y como se puede ver, la mayoría de los asuntos planteados inicialmente, no se mantuvieron, ya que la información les dio una perspectiva diferente frente a lo que se vive en comunidad. Aunque las hipótesis no son iguales, los resultados sí guardan una similitud estrecha, por ejemplo, G3 planteó inicialmente que las personas no conocían los paneles solares y se mantuvo en su idea, mientras que G4 mencionó que las personas sí los conocían y no mantuvo su idea, lo que en definitiva se constituye en un hallazgo similar; lo mismo se presenta con las otras hipótesis.

Por último, la subcategoría C hace referencia al producto final como una manera de representar lo aprendido. Para ello, se presentan los productos elaborados por todos los grupos conformados (ver anexo Q)

El nombre del proyecto, el programa utilizado y el logo creado de los cuatro Casos seleccionados figuran en la tabla 60.

Cada uno de los casos decidió trabajar desde perspectivas, programas e historias diferentes. Para la presentación de los resultados en esta categoría, se mostrarán las aplicaciones (apps para celular o videojuegos) construidos por cada Caso, historias, relatos y descripciones que les permitieron construir su aplicación. Es importante anotar que algunas de las plataformas utilizadas no formaban parte de la idea inicial del proyecto (Unity 3D), sin embargo, los estudiantes manifestaron su interés por usarlas ya que según ellos tenían el conocimiento para hacerlo. De esta manera el aprendizaje no solo fue del estudiante, sino también de los docentes, quienes tuvieron que acercarse a herramientas de programación desconocidas.

**Tabla 60.** Características de los cuatro Casos seleccionados

NOMBRE/PROGRAMA	LOGO
<p style="text-align: center;"><b>WORLD PANEL</b></p> <p style="text-align: center;">(G1)</p> 	

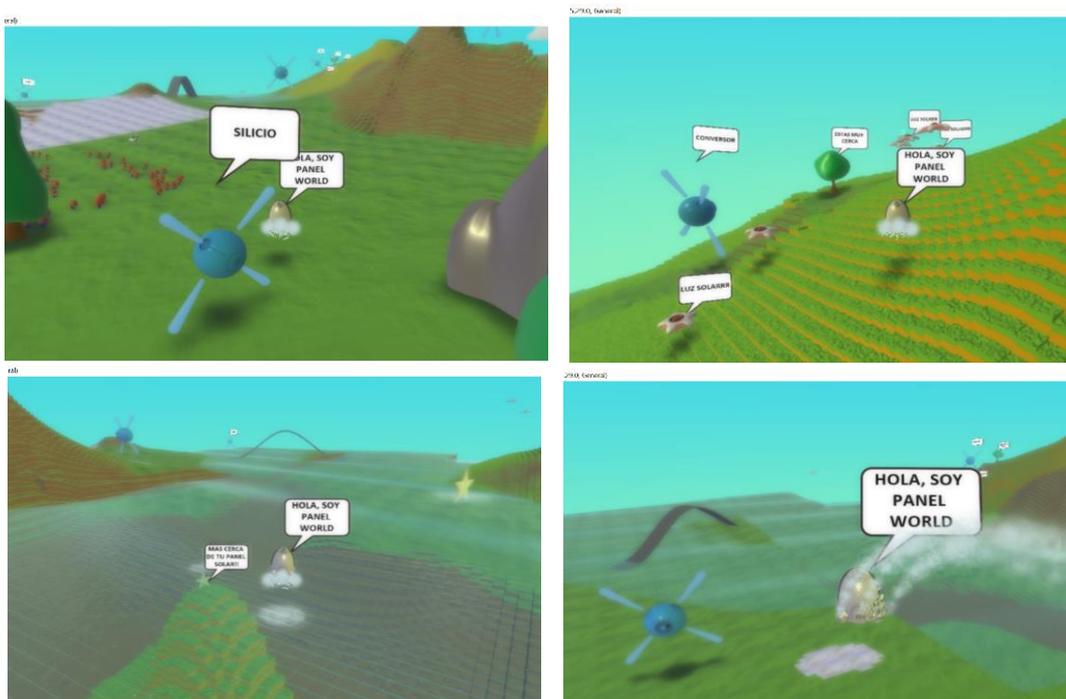
<p><b>SOLAR MEASUREMENT DETECTOR</b></p> <p>(G2)</p> 	
<p><b>PAUL 23</b></p> <p>(G3)</p> 	
<p><b>SURVIVAL IN THE VALLEY</b></p> <p>(G4)</p> 	

A continuación, para cada uno de los proyectos se describe la historia asociada y algunas imágenes relacionadas con sus producciones. Es importante aclarar, que cada grupo plasmó sus intereses particulares en la aplicación, como una forma de otorgar voz y voto a los estudiantes.

**World Panel (G1).** Este es un video juego construido en la plataforma de Microsoft “Kodu Game Lab” y se basa la siguiente historia creada por los miembros del grupo:

*“EN EL AÑO 2000, la contaminación invade la vereda pajarito y las fábricas sobresalen por su innumerable gasto energético, el humo cumple la función deplorable de formar gran parte de la contaminación, la cual se ha vuelto una particularidad del nuevo paisaje, que antes era una zona totalmente rural.*

Entonces llega desde una constelación muy lejana, nuestro aliado, el Sol; vino a una aventura solar, para salvarnos de la oscuridad. Cuando comienza su aventura, va en busca de lograr su misión, la creación del panel solar que generará una gran corriente de luz alterna para la Vereda Pajarito. ¿Lo logrará? ¿Será que su gran innovación hará que las cuentas de servicios tengan una gran disminución?”



**Gráfico 14.** Videojuego realizado por el G1, versión 1

Este grupo elaboró un videojuego, En el gráfico 14 se muestran algunas tomas, donde se aprecian algunos materiales seleccionados por los estudiantes para la construcción de un panel solar. El juego finaliza con éxito cuando se recolectan todas las piezas y se evita ser “destruido” por los obstáculos presentes en el juego.

Este juego fue elaborado en 2 versiones, la segunda se presenta en el gráfico 15 y corresponde a una carrera en motos con el mismo objetivo del juego anterior, los estudiantes manifiestan que esta versión tiene un mayor nivel de dificultad.

En definitiva, G1 se centró en los paneles solares y la posibilidad de construirlos uniendo piezas a través de un videojuego. Algunas de las dificultades manifestadas fueron la *imposibilidad de instalar el programa en los computadores de la institución* (debieron llevar recursos personales) o la *falta de tiempo* para haber involucrado otros elementos al juego.



Gráfico 15. Video juego realizado por el G1, versión 2

**Solar Measurement Detector (G2).** Es una aplicación para celular diseñada con el programa Mit App Inventor, el cual fue el programa elegido por el proyecto para el diseño de las aplicaciones de celular.



Gráfico 16. Aplicación realizada por el G2.

La idea de este grupo fue crear una aplicación para que la comunidad de “Pajarito” reconociera la importancia de cuidar el medio ambiente y ahorrar energía, para ello, elaboraron un panel central con cuatro elementos: electricidad, beneficios, calculadora y comunidad. En cada botón se encontraba lo siguiente:

Electricidad. Una línea del tiempo sobre los eventos relacionados con la historia de la electricidad, un mapa conceptual sobre el concepto electricidad y una galería de imágenes sobre los laboratorios elaborados.

Beneficios. Se presentan datos curiosos sobre la energía solar y enlaces al sitio web “Upo Ciencias”, que es el lugar donde se trabaja con los estudiantes en el área de Ciencias Naturales en la Institución Educativa.

Calculadora. Se presenta un enlace a una calculadora online para dimensionar sistemas solares fotovoltaicos.

Comunidad. Se presenta un mapa de la vereda, con fuentes hídricas, focos de contaminación y un enlace a las entrevistas realizadas a la comunidad y un registro fotográfico.

En conclusión, G2 se centró en presentar el proceso seguido durante todo el proyecto, mostrando algunas de las actividades, evidencias y haciendo énfasis en lo vivido durante la salida pedagógica. Una forma de representar lo vivido bastante diferente a lo planteado por G1.

**Paul 23 (G3).** Este grupo elaboró un videojuego utilizando la plataforma Unity 3D, el cual es un motor de videojuego multiplataforma creado por *Unity Technologies*. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux. La plataforma de desarrollo, basada en los lenguajes de programación JAVASCRIPT y Csharp (C#), también tiene soporte de compilación con otros tipos diferentes de plataformas.

Este grupo elaboró un video juego que se generó a partir de la siguiente historia:

*“Año 2207, siglo 23, una sociedad donde la guerra y la contaminación forman parte de la cotidianidad. Los recursos son limitados y la única fuente de energía es la generada por paneles solares; pero hay un problema, los saqueadores han robado partes del gran panel solar para abastecer sus máquinas. La única esperanza que le queda a la ciudad es Paul 23, él debe devolver a la ciudad la energía, debe emprender un camino donde se cruzará con grandes enemigos y unas máquinas controladas por los saqueadores.”*

*Paul 23 fue creado con el propósito de mostrar a las personas un futuro inminente, que quizá sea más real de lo que parece, un futuro que, de seguir explotando los recursos naturales de nuestro planeta estaría muy cerca de ocurrir.*

Para la elaboración del videojuego, este grupo presentó evidencias de la construcción y respondió con ejemplos y muestras del proceso seguido (ver gráfico 17)

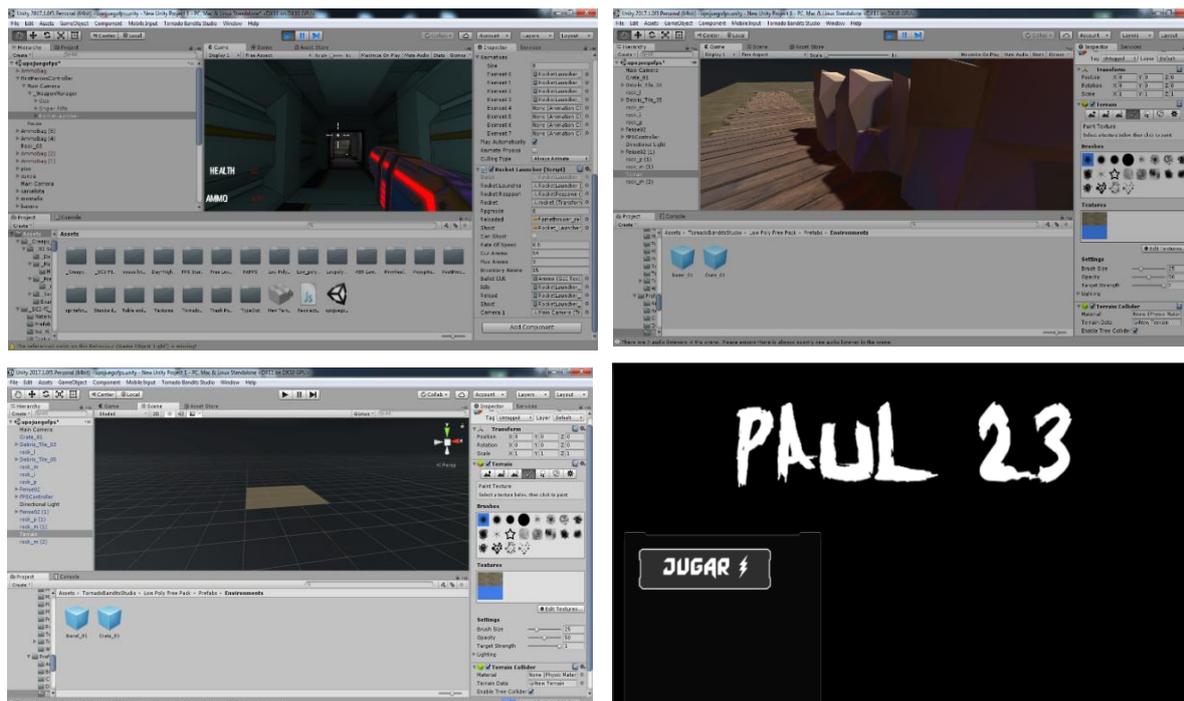


Gráfico 17. Video juego en Unity 3D realizado por el G3, versión 1

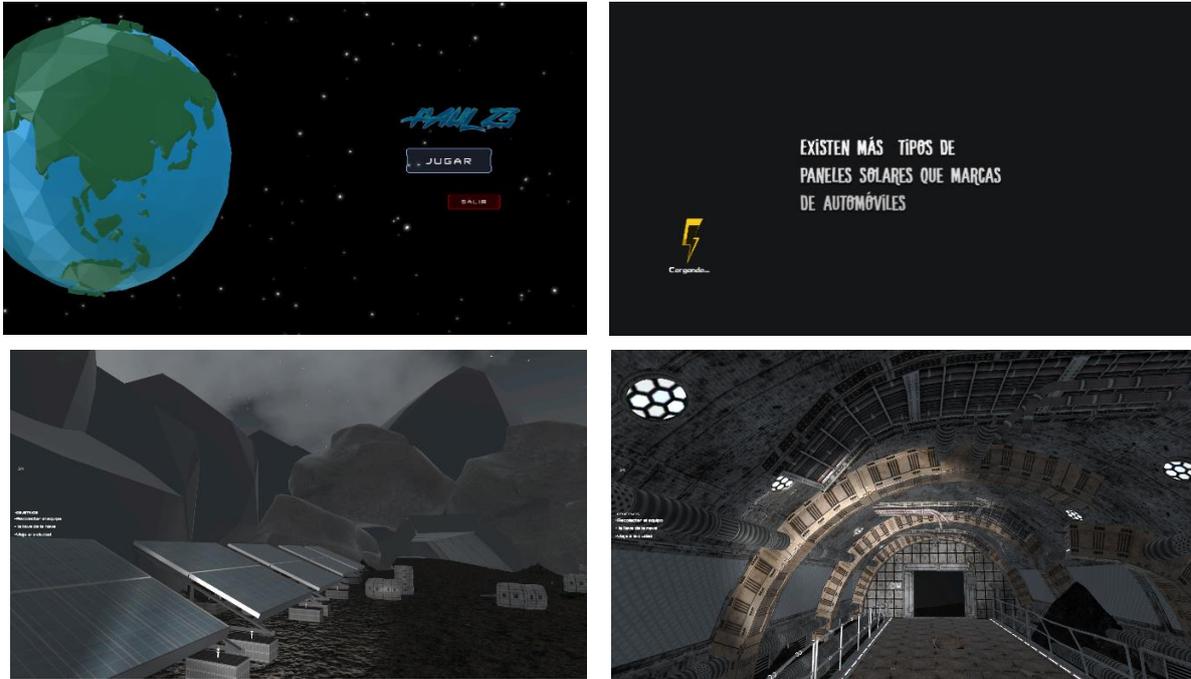
En general, G3 dirigió su trabajo hacia el ámbito ambiental, de pensar en lo que podría presentarse en un futuro de no mejorar nuestras acciones y proponiendo los paneles solares como una alternativa para combatir estas problemáticas. En este sentido, el grupo presento avances en *creación del personaje, menú principal, dar vida a las escenas, asignar variables*. También en palabras de ellos, *uno de los avances más relevantes en el videojuego fue el implementar el script de recolectar, el cual nos permitió establecer unos objetivos en el juego y así darle una dinámica y secuencia. Los niveles y su ambientación están muy bien elaborados, con sonidos de fondo y cosas por el estilo, las cuales aportan calidad al producto.*

La versión final de Paul 23 se muestra en el gráfico 18. Fue el proyecto ganador de la feria de la ciencia de la Institución Educativa.

En la fase de socialización este grupo sorprendió a los demás al plantearse cuatro asuntos alrededor de la pregunta, *¿qué aprendimos como grupo?* A la cual respondieron:

- a) Trabajo en equipo: *es muy importante para así poder llegar al objetivo. Cada uno debe aportar sus conocimientos.*
- b) Crear una historia desde nuestros gustos. *Paul 23 no solo salió de una tarea o una obligación, también se creó a partir de nuestras pasiones.*

- c) La importancia del compromiso. *Presentar cada avance en fechas previamente determinadas fue clave para el desarrollo del proyecto, estando comprometidos tanto como fuera posible en el proyecto*
- d) Dar calidad a un videojuego. *Aprendimos a dar calidad al juego desde lo visual hasta lo jugable.*



**Gráfico 18.** Video juego en Unity 3D realizado por el G3, versión 2

**Survival in the valley (G4)** fue otro videojuego creado con Unity 3D, elaborado a partir de la historia:

*Soy el Dr. Christian  
 Quien primero lea este mensaje.  
 S.O.S (audio)*

*Primero que todo un saludo.  
 En este momento, como todos saben, el mundo se encuentra en estado crítico; si hay alguna comunidad que haya logrado sobrevivir a esta catástrofe pido de antemano que me brinden su apoyo. En este momento me encuentro ubicado en las coordenadas:*

*Altitud: 6.287719*

*Longitud: -75.610108*

*Tengo pensado salvar el mundo por medio de un proyecto que si funciona podría traer resultados muy positivos para cada uno de nosotros.*

*Recibimos cualquier tipo de apoyo.*

*Mu\$&@. G#a@\$%.....*

*En el año 2078, el mundo se vio envuelto en una catástrofe. Los pocos sobrevivientes se encontraban refugiados en un área inhóspita llamada ¡¡PAJARITO!!*

*Un día cualquiera, a un científico loco llamado Christian, refugiado en lo que quedaba de un colegio del sector, tuvo una idea brillante: ¡restaurar el mundo!*

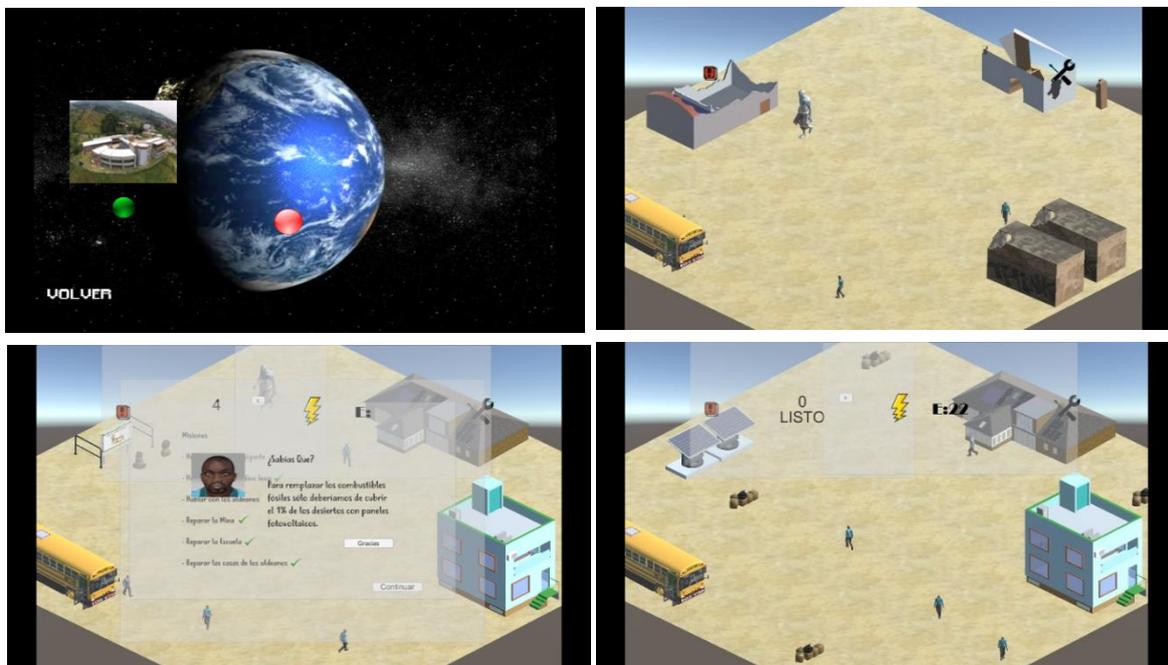
*... para lograrlo, este misterioso sujeto, decide poner en marcha un proyecto, que tenía como objetivo utilizar la luz del sol para evitar generar más residuos, y posteriormente, empezar a eliminarlos.*

*Christian, dio a conocer su maravillosa idea al pueblo, y estos lo rechazaron, inmediatamente hizo una llamada de auxilio, y esta fue contestada por una entidad espacial conocida por el nombre de FURY WOLF. Estos decidieron enviar a su mejor hombre a rescatar el planeta, fue recibido en PAJARITO, como un héroe.*

*¡En este momento, tú eres el héroe, y debes empezar a construir tu camino!... Toma la mejor decisión o asume las consecuencias.*

*CONFIAMOS EN TI.*

En palabras de este grupo, lo que este videojuego perseguía era *que las personas logren de una manera interactiva, aprender sobre el buen cuidado del medio ambiente. La base del juego fue la ejecución de un listado de tareas con recompensas. Algunas de las imágenes se presentan en el gráfico 19.*



**Gráfico 19.** Video juego realizado por el G4

Gracias al uso de Unity 3D, este grupo logró recrear una escena que tenía como protagonistas la energía solar y los paneles y algunas acciones adicionales como la recolección de basuras y la construcción de lugares, entre ellos la institución educativa.

#### 7.4.4.4. Principio del aprendizaje por error

Se toma como punto de partida aquellos errores comunes rastreados en la literatura para el análisis de este principio. Para ello se retoman algunos de los asuntos mencionados por Pozo (2004) (ver tabla 61), retomando las investigaciones de Hierrezuelo y Montero, 1991; Driver y Cols., 1985; Driver y Cols., 1994) respecto a la electricidad y los circuitos eléctricos.

**Tabla 61.** Errores comunes rastreados en la literatura

ASUNTO	DESCRIPCIÓN
a. Utilización de los términos implicados en el estudio de los fenómenos eléctricos	Aparecen dificultades para distinguir y utilizar términos como: diferencia de potencia, voltaje, corriente, energía, potencia, etc. Los términos, corriente eléctrica, electricidad y voltaje se utilizan como sinónimos.
b. La corriente eléctrica como fluido material	La corriente eléctrica se concibe como un fluido material que se almacena en la pila y se consume en la bombilla, los cables tan sólo serían un vehículo que permite trasladar de un sitio a otro la corriente.
c. Problemas con los circuitos	Los alumnos no ven la necesidad de cerrar un circuito para que haya una corriente eléctrica. Cuando se les pide que dibujen las conexiones de una pila y una bombilla para que luzca, proponen modelos en los que hay un solo cable que une los dos dispositivos, o dos cables, indicando que la corriente viaja desde la pila hacia la bombilla por los dos cables a la vez. A veces por el segundo cable ni siquiera pasa corriente.
d. La función de las pilas	Las pilas se conciben como almacenes de fluido (energía, carga eléctrica, voltaje, electricidad, corriente, etc...) que es necesario transportar hasta la bombilla. Para muchos sería un almacén de electricidad que, a través de los polos, se encarga de inyectarla en los cables. Las pilas proporcionan una corriente constante independientemente del circuito al que estén conectadas.
e. El circuito como sistema de interacción	Una vez aceptada, aunque no necesariamente comprendida, la necesidad de un circuito cerrado para que circule la corriente eléctrica, no se acepta que el circuito sea un sistema de interacción en el que cualquier cambio afecta globalmente a todo el circuito. Los estudiantes tienden a analizar localmente y por separado cada una de las partes del circuito, de forma que interpretan que la corriente va gastándose o debilitándose según atraviesa los distintos elementos que componen el circuito, de forma que a la pila regresa menos corriente que la que suministra inicialmente. Es lo que se ha dado en llamar el razonamiento secuencial.

<p><b>f.</b> La utilización del término voltaje</p>	<p>Los términos voltaje y diferencia de potencial son muy poco utilizados en las explicaciones que los alumnos hacen de los fenómenos eléctricos y los circuitos y cuando lo utilizan lo hacen en bastantes ocasiones como sinónimo de corriente eléctrica. Otras veces tienden a interpretar el voltaje o la diferencia de potencial como una propiedad de la corriente o una consecuencia de ella, en vez de considerar la corriente eléctrica como una consecuencia de la diferencia de potencial en dos puntos de un conductor.</p>
<p><b>g.</b> Dificultades en la interpretación de los diagramas que representan un circuito</p>	<p>Los alumnos tienen dificultades para interpretar las representaciones gráficas de los circuitos. No son capaces de asociar los circuitos reales a sus representaciones gráficas, aunque se trate de montajes sencillos. Si en el diagrama se cambia de posición alguno de los elementos auxiliares, aunque representen situaciones físicamente idénticas, interpretan que se obtienen circuitos diferentes.</p>

Algunos de los asuntos enunciados en la tabla anterior, han sido identificados en los principios anteriores y en los resultados presentados hasta ahora. Sin embargo, para mostrar evidencias relacionadas con este principio en particular, se detallarán las estrategias seguidas por cada grupo para solucionar y mejorar cada uno de los aspectos descritos anteriormente y otros, relacionados con los paneles solares y el proyecto en general.

En palabras de Moreira (2005), “buscar sistemáticamente el error es pensar críticamente, es aprender a aprender, es aprender críticamente rechazando certezas, encarando el error como algo natural y aprendiendo a través de su superación”. Para analizar este principio se presenta un “escenario del error” y una “estrategia sistemática de solución”

***Escenario 1: en relación con el producto para un público***

Debido a la falta de conocimiento en algunas de las funciones del software y las dificultades tenidas en el momento de la programación de los videojuegos, los grupos (especialmente G3 y G4) cometieron múltiples errores durante la programación de los videojuegos, por ejemplo, en funciones como insertar un menú, generar nuevos escenarios u otorgar funciones específicas.

Una alternativa seguida por los estudiantes durante el proceso de investigación continua para superar las dificultades descritas en el párrafo anterior fue relacionarse con la visita a foros online sobre programación en Unity 3D; este asunto fue reiterativo y se convirtió en un mecanismo sistemático para la búsqueda de soluciones. Además, atendiendo a la conexión con el mundo real, algunos estudiantes acudieron a capacitaciones, aprovechando la asesoría de Ruta N y el parque explora, corporaciones que aportaron su experiencia en este ámbito, para la solución de dificultades de tipo técnico.

## ***Escenario 2: en relación con los errores señalados en la tabla 60***

### ***a. Utilización de los términos implicados en el estudio de los fenómenos eléctricos.***

Algunas de las características esenciales para el diseño de proyectos (BIE), se relacionan con la Investigación continua y el proceso de crítica y reflexión. En este sentido, aunque los errores implicados en la distinción o uso adecuado según el contexto de los conceptos corriente eléctrica, voltaje y electricidad no fue del todo resuelto, una forma de trabajarlo se relacionó con la crítica constructiva evidenciada entre los estudiantes, cuando algunos que tenían más dominio conceptual y corregían a otros (por ejemplo, G1: “La electricidad pasa por los cables” G4: “realmente es la corriente eléctrica”) También, el uso de la información recolectada como fuente de consulta permitió revisar estos conceptos antes de exponer o realizar procesos de coevaluación.

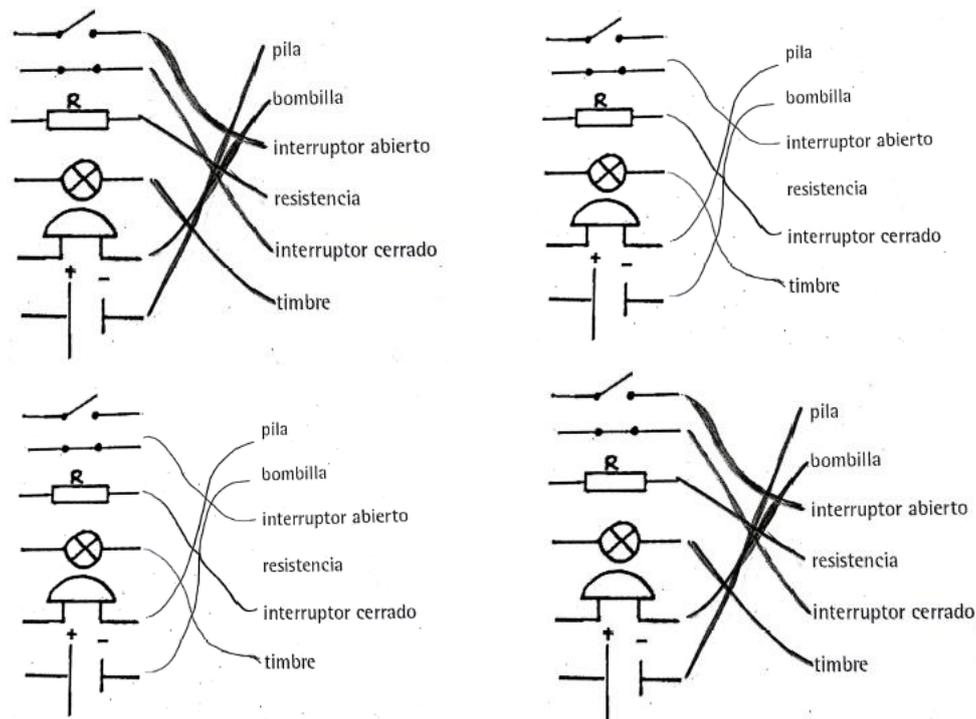
***b y c. La corriente eléctrica como fluido material y los problemas con los circuitos*** En la práctica experimental y gracias al diseño de diferentes circuitos y la elaboración de carros solares se permitió a los estudiantes evidenciar los circuitos como un flujo continuo y cerrado de corriente y superar así el error identificado. Esto se evidenció cuando los estudiantes utilizaron diferentes materiales para cerrar los circuitos y diferentes fuentes de alimentación.

***d. La función de las pilas.*** Durante la práctica experimental, para probar la funcionalidad de las pilas, los estudiantes llevaron a los laboratorios diferentes tipos de pilas (voltaje, marca y precios diferentes). Esta estrategia no fue sugerida, sino propuesta por los estudiantes, permitió tener una mirada diferente de las pilas, por lo menos en términos de voltaje y capacidad. Además de reconocer algunos materiales contaminantes y estudiar su impacto para el medio ambiente. Por ejemplo, ante la pregunta, ¿en qué situaciones la producción de electricidad podría contaminar el ambiente?, G1 menciona “cuando se desechan las pilas, su material no se descompone fácilmente, demora mucho tiempo, esto daña el medio ambiente” y G2 “los químicos de las baterías son letales para el medio ambiente, también la electricidad forma parte de los medios visuales y también generan contaminación”

***e. El circuito como sistema de interacción.*** Aunque solían explicar por separado, en los discursos construidos por los estudiantes se pueden apreciar indicios de explicaciones en las cuales intentar comprender el circuito como un todo, para ello la elaboración de circuitos y su conexión a diferentes dispositivos les permitió ir superando este error, además, entender que no solo la iluminación es un efecto y verlo aplicado a otros dispositivos como los paneles solares fue importante para ganar en comprensión.

**f. La utilización del término voltaje.** En la práctica experimental, G1, G2, G3 y G4 deciden utilizar el voltímetro para probar la corriente eléctrica presente en diferentes materiales y circuitos. Aunque, el error suele persistir, algunas visiones han cambiado en relación con la comprensión frente a las diferencias presentes según el tipo de batería y de circuito.

**g. Dificultades en la interpretación de los diagramas que representan un circuito.** Lo que si se constituyó en un error constante fue la simbología específica utilizada a nivel eléctrico. En este sentido, se realizaron talleres magistrales para acercarse a este lenguaje; los resultados se presentan en el gráfico 20.



**Gráfico 20.** Dificultades en la interpretación de los diagramas que representan un circuito

A pesar de algunos errores persistentes, como G2 que confunde el “interruptor cerrado” con una resistencia o la bombilla con una pila, este ejercicio permitió acercarse un poco más a la simbología específica.

Además de lo anterior, otros asuntos como la percepción frente al consumo de electricidad y el conocimiento de los paneles solares fue abordado en el principio del Aprender como perceptor/representador, debido a que se considera que también fue un escenario para aprender sistemáticamente del error, al considerar asuntos iniciales (hipótesis) y luego contrastarlos con la información obtenida en las entrevistas.

#### 7.4.4.5. Principio del conocimiento como lenguaje

Tal y como menciona Moreira (2010) prácticamente todo lo que llamamos conocimiento es lenguaje. Eso significa que la llave de la comprensión de un “conocimiento” o de un “contenido” es conocer su lenguaje. En este sentido, el lenguaje científico suele presentar un nivel de complejidad mayor al estar permeado por conceptos complejos y abstractos para los estudiantes.

Para el análisis de este principio en el marco del proyecto “Pajarito Comunidad Solar”, se parte de la construcción de argumentos, como una oportunidad para acercarse al lenguaje científico que se teje alrededor de las temáticas objeto de estudio de esta tesis. Por esto se presentan cuatro hechos o afirmaciones en cada Caso: *Al conectar un circuito el bombillo enciende inmediatamente; el principal efecto de un circuito eléctrico es la luz; los paneles solares son la mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica y cuando un bombillo permanece conectado a una batería un tiempo suficiente, ésta deja de iluminar.*

Posterior a una actividad dirigida desde el área de Ciencias Humanas, para esclarecer la diferencia entre un argumento y una opinión, se explicó a los estudiantes la estructura base de un argumento, utilizando el Modelo Argumentativo propuesto por S. Toulmin, una decisión que se toma debido a lo encontrado en el estudio preliminar.

Cada estudiante tuvo la posibilidad de presentar su argumento para cada situación utilizando la información obtenida de las prácticas de laboratorio y las demás actividades que hicieron parte del proceso de investigación continua en el proyecto. Sin embargo, para el análisis de los casos, al igual que en la mayoría de las actividades, los estudiantes llegaron a un consenso. Es necesario recordar entonces lo planteado por Leitão (2012), quien considera la argumentación como la actividad cognitivo-discursiva que se realiza cuando uno o más individuos se empeñan en el manejo de una divergencia de opinión.

Atendiendo a las ideas anteriores, después de la presentación de cada argumento, los grupos de estudiantes tomaron la decisión sobre cuál era el argumento que más los acercaba a la explicación de la afirmación propuesta. Se resalta en amarillo la elección de cada Caso y ese se constituye en el material que luego será el insumo para el análisis y la clasificación en diferentes niveles, los cuales se realizarán con base en los mismos criterios del estudio I.

Para reafirmar lo anterior, Buitrago, Mejía y Hernández (2013) mencionan que el diálogo argumentativo favorece el aprendizaje de los alumnos y es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos. Estos últimos constituyen una base importante del trabajo por proyectos.

Para la asignación del nivel anterior se utilizó la clasificación propuesta por Osborne, Erduran y Simon, 2004. Sin embargo, teniendo en cuenta que se ha entregado de manera

predeterminada el dato y se han realizado ejercicios previos para el reconocimiento del MAT, se han realizado algunas adaptaciones a esta clasificación (ver tabla 62)

**Tabla 62.** Clasificación propuesta por Osborne, Erduran y Simon, 2004.

Nivel	Descripción	Indicadores
1	La argumentación consiste en explicaciones que son conclusiones simples <i>versus</i> contra conclusiones o conclusiones <i>versus</i> conclusiones.	La conclusión es similar o igual al hecho o afirmación presentada. No se aprecia el uso de calificadores modales.
2	Argumentación que tiene argumentos que consisten en conclusiones, datos, garantías o sustentos, pero no contiene ninguna refutación.	La conclusión es similar al hecho o afirmación presentada. Además, considera garantías o sustentos, que para el caso se corresponde con una justificación y una fundamentación. Pero no contiene ninguna refutación. El uso de calificadores modales es poco evidente y los usados (quizá, seguramente, típicamente, usualmente, algunos, pocos, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez) no tiene una lógica para la estructura del argumento.
3	Argumentación que tiene argumentos con una serie de conclusiones o contra conclusiones con cualquier dato, garantías o sustentos con refutaciones débiles ocasionales.	La conclusión es producto del análisis del hecho o situación presentada. Además, considera garantías o sustentos, que para el caso se corresponde con una justificación y una fundamentación. Contiene refutaciones débiles ocasionales. Se evidencian calificadores modales del tipo (quizá, seguramente, típicamente, usualmente, algunos, pocos, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez) con cierta coherencia.
4	Argumentación que muestra argumentos con una conclusión que tiene una refutación claramente identificable.	La conclusión es producto del análisis del hecho o situación presentada. Además, considera garantías o sustentos, que para el caso se corresponde con una justificación y una fundamentación. Contiene refutaciones claramente identificables. Se evidencian calificadores modales correctamente utilizados del tipo (quizá, seguramente, típicamente, usualmente, algunos, pocos, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez)
5	Argumentación que manifiesta un amplio argumento con más de una refutación.	Argumentación que manifiesta un amplio argumento con más de una refutación y que hace uso del lenguaje científico y uso de datos, justificaciones, calificadores modales y fundamentación adicional a la abordada en el proyecto de manera adecuada y coherente.

En este sentido, en la tabla 63 se presenta los niveles (Osborne, Erduran y Simon, 2004) de argumentación obtenidos por cada uno de los casos, después de tomar como punto de partida cuatro afirmaciones que se usaron para la construcción de los modelos y que fueron aplicadas durante el transcurso del proyecto (semana 5, 6, 7 y 8 respectivamente). Posteriormente, a modo de ejemplo en la tabla 64, se presenta el esquema elaborado por G1 (D=datos, Q= cualificadores modales, C=conclusión, R=refutación, G= garantía y S=sustento). Los demás Casos se anexan a este trabajo (Anexo P2). Es importante anotar que los datos han sido aportados en forma de hecho o afirmación, por lo tanto, la valoración se realiza a partir del uso de los otros elementos del MAT.

En el esquema se marca en amarillo la ruta definida para cada Caso, como consenso del grupo, y en verde aquellos elementos que fueron no considerados para el argumento final y que podrían haber aportado más elementos para argumentar a favor o en contra de la afirmación propuesta.

**Tabla 63.** Clasificación por niveles (Osborne, Erduran y Simón, 2004). realizada para cada uno de los casos

CASO	AFIRMACIÓN	Categorías Elementos MAT		Nivel de argumentación
		Q	S	
G1	Al conectar un circuito el bombillo enciende inmediatamente.	Q		III
		G		
		C		
		R		
		S		
	El principal efecto de un circuito eléctrico es la luz.	Q		III
		G		
		C		
		R		
		S		
	Los paneles solares son la mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica.	Q		II
		G		
		C		
		R		
		S		
	Cuando un bombillo permanece conectado a una batería, un tiempo suficiente esta deja de iluminar.	Q		II
G				
C				
R				
S				

G2	Al conectar un circuito el bombillo enciende inmediatamente.	$Q$		I
		$G$		
		$C$		
		$R$		
		$S$		
	El principal efecto de un circuito eléctrico es la luz.	$Q$		I
		$G$		
		$C$		
		$R$		
		$S$		
	Los paneles solares son la mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica.	$Q$		I
		$G$		
		$C$		
		$R$		
		$S$		
	Cuando un bombillo permanece conectado a una batería, un tiempo suficiente esta deja de iluminar.	$Q$		II
$G$				
$C$				
$R$				
$S$				
G3	Al conectar un circuito el bombillo enciende inmediatamente.	$Q$		II
		$G$		
		$C$		
		$R$		
		$S$		
	El principal efecto de un circuito eléctrico es la luz.	$Q$		I
		$G$		
		$C$		
		$R$		
		$S$		
	Los paneles solares son la mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica.	$Q$		I
		$G$		
		$C$		
		$R$		
		$S$		

	Cuando un bombillo permanece conectado a una batería, un tiempo suficiente esta deja de iluminar.	<i>Q</i>		I
		<i>G</i>		
		<i>C</i>		
		<i>R</i>		
		<i>S</i>		
G4	Al conectar un circuito el bombillo enciende inmediatamente.	<i>Q</i>		IV
		<i>G</i>		
		<i>C</i>		
		<i>R</i>		
		<i>S</i>		
	El principal efecto de un circuito eléctrico es la luz.	<i>Q</i>		IV
		<i>G</i>		
		<i>C</i>		
		<i>R</i>		
		<i>S</i>		
	Los paneles solares son la mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica.	<i>Q</i>		IV
		<i>G</i>		
		<i>C</i>		
		<i>R</i>		
		<i>S</i>		
	Cuando un bombillo permanece conectado a una batería, un tiempo suficiente esta deja de iluminar.	<i>Q</i>		IV
		<i>G</i>		
		<i>C</i>		
		<i>R</i>		
		<i>S</i>		



**Tabla 64.** Esquema de argumentación elaborado por el Caso G1

<p><b>CASO 1</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Refutadores</b></p> <p>E1: “Esto no pasa, a menos que el circuito, se dañe o este roto, o que no haya pila, o se dañe la bombilla”</p> <p>E2: “no siempre puede prender el bombillo. Puede que la batería esté descargada lo que hace que no encienda el bombillo”</p> <p>E3: A menos que exista, por ejemplo, un interruptor y corte el paso de electricidad hacia el bombillo.</p> <p>E4:” podría evitar que el bombillo encienda una mala conexión del circuito”</p> <p>E5: “una mala conexión o en el circuito hay un interruptor”</p>	
<p><b>Datos o Hechos</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Calificadores modales</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Conclusiones o afirmaciones</b></p>
<p>Al conectar un circuito el bombillo enciende inmediatamente.</p>	<p>E1: “Seguramente el circuito está bien conectado y hay una buena carga de energía eléctrica”</p> <p>E2: “Seguramente”</p> <p>E3 y E5: “Generalmente”</p> <p>E4: No utiliza</p>	<p>E1: “El bombillo enciende por la buena conexión del circuito”</p> <p>E2: “si, porque la electricidad pasa por el circuito llevando carga positiva y negativa”</p> <p>E3: Si, el bombillo enciende ya que su estructura del circuito permite que viaje electricidad al bombillo.</p> <p>E4: “El bombillo si enciende inmediatamente, ya que el circuito le transmite la corriente eléctrica”</p> <p>E5: “Si, ya que un circuito conectado correctamente logra esto”</p>
<p style="text-align: center;"><b>Justificación</b></p> <p>E1: “Esto sucede, porque el circuito, debe de contener una pila la cual este cargada y esta corriente eléctrica llegue a la bombilla”</p> <p>E2: “Esto pasa porque los circuitos están conectados y llevan corriente eléctrica lo cual hace que el bombillo encienda”</p> <p>E3: El circuito está hecho de tal forma que la batería esté cargada y viaje la electricidad por medio de los cables hasta llegar al bombillo</p> <p>E4: “esto sucede gracias a la conexión del circuito eléctrico a la batería, que tiene almacenada la corriente eléctrica”</p> <p>E5: “Gracias al almacenamiento que tienen la batería, la corriente eléctrica puede pasar por el cableado y así llegar a encender el bombillo”</p>		
<p style="text-align: center;"><b>Fundamentación</b></p> <p>E1: “Debido a la carga de energía contenida en la pila, permite que pase la corriente eléctrica, y se pueda encender la bombilla el circuito deben tener cables que sean buenos conductores de energía y si enciende es porque si lo son”</p> <p>E2: “lo que ocurre al interior de los cables, es transportar corriente para que el bombillo encienda”</p> <p>E3: “Al interior de los cables hay un paso constante de electrones que viajan hasta el bombillo.”</p> <p>E4: No responde</p> <p>E5: “También puede producir efectos diferentes como lo son los caloríficos.”</p>		

<b>CASO 1</b>	<b>Refutadores</b>	
	<p>E1: "A menos que produzca calor"</p> <p>E2: "A menos que también produzca calor"</p> <p>E3: "A menos que produzca un efecto de calor"</p> <p>E4: "También puede producir efectos caloríficos"</p> <p>E5: "a menudo que produzca calor"</p>	
<b>Datos o Hechos</b>	<b>Calificadores modales</b>	<b>Conclusiones o afirmaciones</b>
El principal efecto de un circuito eléctrico es la luz	<p>E1: "Algunas veces produce calor"</p> <p>E2: "Probablemente"</p> <p>E3-E5: "Generalmente"</p>	<p>E1: "Además, otros efectos de los circuitos eléctricos es el calor"</p> <p>E2: "no, porque es un circuito que produce corriente eléctrica"</p> <p>E3: "no, ya que un bombillo puede producir diferentes efectos".</p> <p>E4: "Este es el principal efecto que produce el circuito eléctrico, pero este circuito también puede tener otros efectos"</p> <p>E5: "En su mayoría si pero también tiene otros efectos"</p>
<b>Justificación</b>		
<p>E1: "no es así, ya que un circuito puede producir diferentes efectos"</p> <p>E2: "Es para darle efecto o luz a un objeto, en este caso un circuito eléctrico es prender bombillas"</p> <p>E3: "en la mayoría de casos los circuitos son utilizados para encender bombillos"</p> <p>E4: "Un circuito eléctrico tiene diferentes efectos, aunque en la mayoría de los casos es utilizado para dar luminosidad"</p> <p>E5: "En este caso el circuito eléctrico su objetivo es dar luz, pero también puede abastecer necesidades cotidianas de la vida"</p>		
<b>Fundamentación</b>		
<p>E1: "Los circuitos eléctricos pueden producir efectos lumínicos, caloríficos, mecánicos, químicos, etc."</p> <p>E2: "también pueden ser: calóricos, mecánicos etc."</p> <p>E3: "También hay efectos caloríficos para encender (mecánicos, químicos y lumínicos)".</p> <p>E4: "También puede producir efecto químico, mecánicos etc."</p> <p>E5: También puede producir efectos diferentes como lo son los caloríficos.</p>		

CASO 1	<b>Refutadores</b>	
Los paneles solares son la mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica.	<b>Cualificadores modales</b> E1: "Usualmente no es tan costoso y son amables con el medio ambiente" E2: "por qué" E3: "siempre lo son porque" E4, E5: "No utilizan"	<b>Conclusiones o afirmaciones</b> E1, E2, E3, E5: "Esto pasa porque son amables con el medio ambiente" "es una energía limpia" E4: "Si, ya que la energía que utiliza es solar y este si reduce el consumo de energía eléctrica"
<b>Justificación</b>		
E1: "Esto es, ya que son amables con el medio ambiente y solo se debe comprar el panel, lo que reduce el costo" E2: "Esto se hace porque los paneles solares son usan los cables, evita la contaminación" E3: "los paneles solares tienen gran capacidad de almacenar energía para abastecer diferentes cosas" E4: "dependiendo del tamaño del panel, el almacenamiento de la energía será mayor y el consumo y ahorro de energía será menor, reduciendo el consumo de esta y cuidando el medio ambiente" E5: "Las celdas de los paneles, captan la energía, almacenándola en una batería, pasando por un conversor y así a los electrodomésticos"		
<b>Fundamentación</b>		
E1: "Los paneles solares reciben los rayos solares y esto pasa por un proceso el cual se convierte en energía eléctrica" E2: "las celdas de los paneles solares absorben el calor del sol lo cual causa energía y es una alternativo ambiental" E3: "La absorción de energía en las placas del panel (como silicio), para luego convertirla en electricidad, es eficiente, sin mucho cable, y ahorrando" E4: "Por las celdas fotovoltaicas de los paneles solares que ahorran la energía solar y luego esa energía es transformada en energía eléctrica" E5: "por las celdas fotovoltaicas las cuales almacenan la energía solar"		

<b>CASO 1</b>	<b>Refutadores</b>	
	<p>E1: "A menos que haya un interruptor, que pueda permitir uno paso de la corriente para que el bombillo encienda"</p> <p>E2: "puede pasar que la batería no esté cargada o los cables no sirvan"</p> <p>E3: "a menos que haya un interruptor para conservar más la electricidad de la batería"</p> <p>E4: "si hay un interruptor que controle el paso de la corriente eléctrica"</p> <p>E5: "La bombilla se queme, haya un interruptor"</p>	
<b>Datos o Hechos</b>	<b>Calificadores modales</b>	<b>Conclusiones o afirmaciones</b>
Cuando un bombillo permanece conectado a una batería, un tiempo suficiente esta deja de iluminar	<p>E1: "Seguramente, no hay un interruptor, el cual permite uno el paso de la corriente eléctrica"</p> <p>E2: "Probablemente"</p> <p>E3: "Probablemente sucede que"</p> <p>E4, E5: "Posiblemente"</p>	<p>E1: "si pasa esto"</p> <p>E2: "se deja de iluminar"</p> <p>E3: "la batería se queda sin carga o el bombillo se quema"</p> <p>E4: "Esto sucedería dependiendo de la cantidad de corriente que tenga almacenada la batería"</p> <p>E5: "ya que puede tener un poco almacenamiento (V)"</p>
<b>Justificación</b>		
<p>E1: "Esto pasa, porque al estar mucho tiempo conectado, la pila se puede gastar de toda la energía que tenía cargada"</p> <p>E2: "Esto se da porque la batería puede estar gastada"</p> <p>E3: "La batería tiene cierta cantidad de energía (voltios) y puede agotarse al intentar mantener encendido el bombillo"</p> <p>E4: "La batería tiene cierta cantidad de corriente eléctrica que llega un momento en el que agota"</p> <p>E5: "El paso continuo de energía hace que se agote más rápido"</p>		
<b>Fundamentación</b>		
<p>E1: "La batería almacena energía, al estar mucho tiempo conectado se puede acabar y la bombilla no enciende"</p> <p>E2: "la batería no tiene carga de protones y neutrones"</p> <p>E3: "Los voltios de la batería pueden agotarse, por el continuo paso de corriente eléctrica".</p> <p>E4: "Como hay un paso continuo de corriente eléctrica, los voltios de la batería se van agotando, hasta que el bombillo deje de iluminar"</p> <p>E5: "la batería tiene una cierta cantidad de voltios al no tener un interruptor el paso continuo de energía esta se agota más rápido."</p>		

Como una manera de reafirmar la construcción colectiva de los argumentos presentados por cada Caso, Toulmin (2003) entiende:

*las disciplinas científicas como culturas en continuo devenir en procesos plurales, dinámicos y comunitarios, caracterizados por promover la razonabilidad; es decir, la posibilidad de exponer buenas razones para aceptar nuevas explicaciones. Desde esta posición teórica, se acepta que las explicaciones científicas tienen validez provisional por consenso de una comunidad.*

#### **7.4.5. Hallazgos finales del proyecto**

Posterior a la realización de las actividades del proyecto, se utilizó un cuestionario final con el propósito de observar evidencias adicionales de aprendizaje a las ya descritas hasta ahora, en relación con cada uno de los principios de la TASC. En este sentido se retomaron las preguntas y las categorías iniciales. Los resultados obtenidos se presentan a continuación, atendiendo a las mismas categorías definidas al inicio de este capítulo.

Es importante hacer énfasis en que algunos de los “resultados finales” ya han sido presentados a partir de las reflexiones establecidas en cada uno de los principios de la TASC adoptados en este estudio.

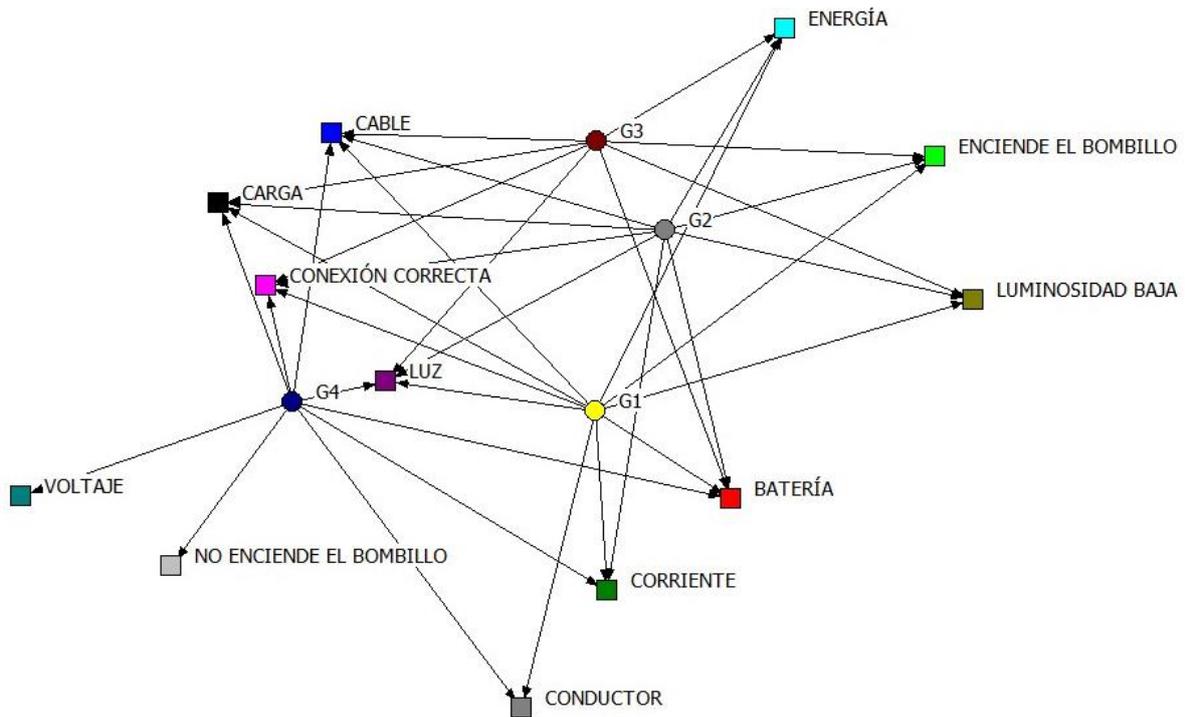
##### **7.4.5.1. Dominio conceptual sobre electricidad (Categoría E)**

Con las preguntas realizadas en esta categoría se pretendía conocer las ideas de los estudiantes sobre electricidad y sus aplicaciones y usos. Las respuestas de los cuatro Casos analizados, en la fase inicial, fueron clasificadas agrupadas según lo propuesto en las subcategorías, definición del concepto electricidad (DE), aplicaciones y usos de la electricidad (AUE) y acciones para el uso eficiente de la electricidad (AUEE).

Las respuestas que se presentan a continuación pretenden encontrar evidencias en el progreso conceptual de los estudiantes sobre los conceptos objeto de estudio y se obtienen como un producto del proceso llevado a través del proyecto “Pajarito comunidad solar”

##### **7.4.5.2. Definición del concepto electricidad, aplicaciones y usos (DE y AUE)**

El análisis se inicia presentando, en el gráfico 21, algunos de los elementos comunes en cada uno de los casos (G1, G2, G3 y G4). Recordemos que las preguntas planteadas fueron las mismas del instrumento inicial, a saber, ¿a qué se debe que la bombilla encienda?, ¿cómo explicarías que la bombilla se encienda inmediatamente?, ¿qué pasa si usamos más de dos bombillas para la misma batería?



**Gráfico 21.** Elementos comunes en cada uno de los casos (G1, G2, G3 y G4)

Frente a las preguntas planteadas, al analizar la información aportada por los cuatro Casos coinciden en afirmar que es gracias a la batería, la cual o enciende la bombilla o posibilita el paso de corriente a través de los cables; además aducen que el fin último es producir. Sin embargo, al revisar las respuestas y contrastarla con la entrevista realizada se encontraron otros argumentos:

Respecto a la batería, se conservan algunas ideas iniciales, por ejemplo, la noción de que la batería almacena energía. Así, G1 dice que “*la bombilla enciende debido a la energía o la carga de la pila*”; “*la batería almacena electricidad*”, G3 también relaciona la pila con la carga al decir “*depende de la carga eléctrica de la pila se enciende o no*”. Tanto G2 como G4 se limitan a mencionar la relación entre la batería y el almacenamiento de energía.

Contrario a lo ocurrido al inicio del proyecto donde todos los casos generaban explicaciones desde el plano macroscópico, en este instrumento, se aprecian relaciones más cercanas a modelos como el flujo de corriente eléctrica producto del movimiento de electrones. Todos los Casos, excepto G3, mencionan de manera explícita que la corriente se relaciona con el flujo de electrones e incluso mencionan que es un flujo rápido.

G1: “*La corriente eléctrica permite el paso de electrones muy rápido*”

G2: “*La corriente es un flujo de electrones*”

G3: Aunque no menciona los electrones dice: “*Las partículas viajan a una velocidad extremadamente rápida, casi a la velocidad de la luz*”

G4: “Los electrones son transportados por los cables” “El flujo de electrones es rápido”

Además, se logran establecer relaciones con los materiales conductores, aunque en el instrumento solo se mencionan los cables, en otras actividades del proyecto ya descritas mencionan los metales como el cobre y el aluminio; también mencionan el corcho y el plástico como materiales aislantes.

Para las preguntas, ¿qué sabes sobre la electricidad?, ¿si tuvieras que definir la electricidad con una sola palabra cual usarías, fuerza, energía o sustancia?, los estudiantes respondieron en el instrumento final lo que está sistematizado en la tabla 65.

**Tabla 65.** Sistematización del instrumento final

<b>Situación 2. Preguntas 1 y 2</b>		
<b>CASO</b>	<b>¿Qué sabes sobre la “electricidad”? ¿Si tuvieras que definir la electricidad con una sola palabra cual usarías, fuerza, energía o sustancia?</b>	
G1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una transformación de energía dando luz o calor.</li> <li>• Encender aparatos</li> <li>• Viaja a través de cables</li> <li>• Es una fuente de energía</li> </ul>	Energía
G2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamina</li> <li>• Está en todas partes</li> <li>• <b>Es un flujo de electrones que conduce un material</b></li> <li>• Emite luz</li> </ul>	Energía
G3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una energía que se produce por una fuerza</li> <li>• <b>Es un fenómeno atómico</b></li> <li>• Puede abastecer a pequeña o a gran escala</li> <li>• Tiene fuentes de corriente que pueden ser alterna o continua.</li> </ul>	Energía-fuerza
G4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Es el producto de la transformación de algún tipo de energía</b></li> <li>• Es un recurso</li> <li>• Es peligroso estar en contacto con ella</li> <li>• Se puede transmitir dependiendo si el material es conductor o aislante</li> <li>• Permite el funcionamiento de objetos</li> </ul>	Energía- Fuerza

De esta tabla, se obtuvieron las respuestas asociadas a las subcategorías DE y AUE, en este sentido las definiciones del concepto electricidad (DE) iniciales contrastadas con el instrumento final para cada grupo podrían reducirse con base en la información obtenida a:

*G1: La electricidad es una fuente de energía. Es una energía que puede ser almacenada, transportada por algunos elementos u objetos y que sirve para el funcionamiento de los mismos.*

***G1: Es una transformación de energía dando luz o calor.***

*G2: La electricidad es un elemento fundamental para muchos de los objetos.*

***G2: La electricidad es un flujo de electrones que conduce un material***

*G3: La electricidad se genera tras el choque de una o más sustancias*

***G3: La electricidad es un fenómeno atómico***

*G4: La electricidad es una fuente de energía.*

***G4: Es el producto de la transformación de algún tipo de energía***

Además, para la subcategoría AUE, la relación más presente tiene que ver con la electricidad como una forma de *encender aparatos*, pero además como una forma de energía (G1), como un *elemento fundamental para encender objetos* (G2) o como *algo fundamental para las personas*, además reconoce los efectos negativos al mencionar la contaminación; G3 asocia su importancia al poder utilizarse a pequeña y gran escala y G4 la identifica como un “recurso” y además reconoce los cuidados que hay que tener y su importancia para el funcionamiento de aparatos.

Como conclusión de este apartado en la fase final del proyecto, podemos decir que la electricidad se concibe como energía, presente en todos los Casos, algo también evidenciado en el estudio I. También G3 y G4 mencionan el concepto fuerza, pero no es clara la relación que establecen con la electricidad.

#### ***7.4.5.3. Acciones para el uso eficiente de la electricidad (AUEE)***

En el instrumento inicial, se encontraron una mayor cantidad de acciones; sin embargo, el análisis no se realiza en términos de la cantidad sino de las situaciones propuestas que derivan en la comprensión de los conceptos. En la tabla 66, se presentan las respuestas para cada uno de los Casos.

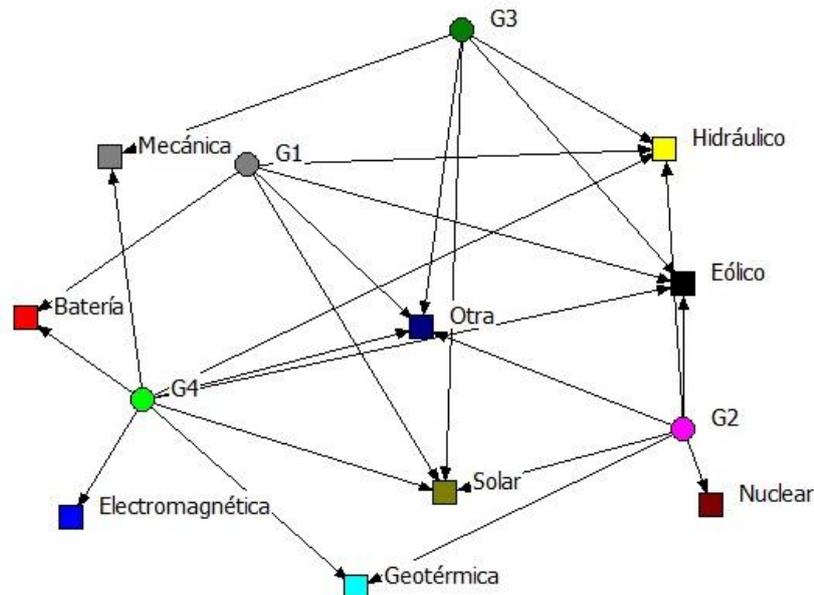
Al igual que en el instrumento inicial la mayoría de las acciones propuestas se centran en lo procedimental, algo considerado lógico ya que el uso eficiente como acción invita al aprender a hacer y en este sentido, los estudiantes proponen en términos del uso de paneles solares y el ahorro de energía eléctrica, asuntos propios del proyecto.

**Tabla 66.** Análisis de las respuestas para cada uno de los Casos.

<b>Componentes</b>	<b>ACCIONES PROPUESTAS</b>
<b>CASO 1</b>	
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• x</li> </ul>
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para disminuir el gasto de energía eléctrica, se podrían instalar paneles solares ya que estamos en una zona donde el sol cae directamente.</li> <li>• evitando encender las bombillas de día</li> <li>• utilizando energías limpias</li> <li>• utilizar las bombillas solo cuando sea necesario y así con todos los implementos eléctricos, para ahorrar energía</li> <li>• cambiando los bombillos convencionales por los ahorradores</li> </ul>
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• x</li> </ul>
<b>CASO 2</b>	
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendiendo sobre paneles solares y sus características</li> </ul>
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apagando y desconectado los aparatos que no se necesiten apagar los bombillos cuando hay luz natural</li> <li>• se utilizarían paneles solares con varias baterías sin quitar la energía eléctrica</li> </ul>
Actitudinal	X
<b>CASO 3</b>	
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informándonos sobre fuentes renovables</li> </ul>
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incentivando a la gente a que no gaste energía innecesariamente</li> <li>• desconectando electrodomésticos sin uso</li> <li>• cuando no estemos viendo tv apagarlos</li> <li>• desconectar cable cuando no utilizar</li> <li>• poner paneles solares</li> <li>• apagando o desconectando dispositivos que no se estén usando</li> </ul>
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendiendo a leer la factura de la electricidad</li> </ul>
<b>CASO 4</b>	
Conceptual	X
Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizar fuentes de energía renovables</li> <li>• no tener aparatos encendidos que no estén en uso, utilizar energías limpias</li> <li>• evitando tener luces encendidas en horas del día</li> </ul>
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• promover clases didácticas sin el uso de elementos eléctricos que gasten energía.</li> </ul>

#### 7.4.5.4. Fuentes de electricidad (FE)

Teniendo en cuenta las respuestas a la pregunta del cuestionario inicial, ¿qué fuentes de “electricidad” conoces?, en el instrumento final cambiamos la pregunta por las confusiones que la anterior causaba en los estudiantes. La nueva pregunta se formuló del siguiente modo, ¿qué fuentes de energía pueden usarse para obtener energía eléctrica? En la gráfica 22 se presentan las fuentes mencionadas por los cuatro Casos.



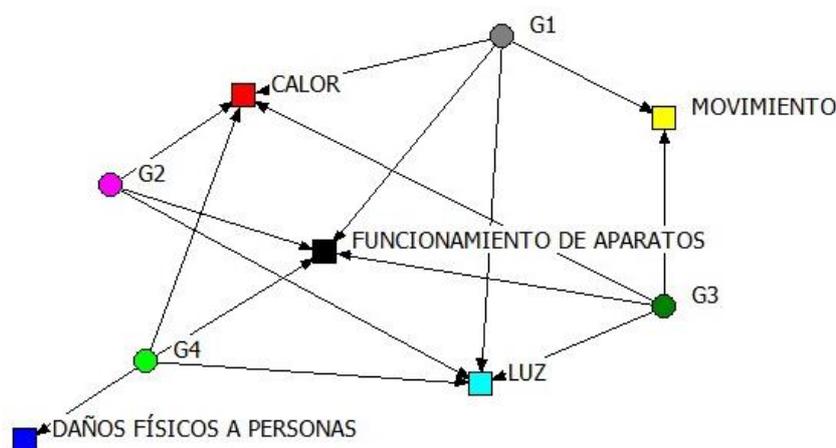
**Gráfica 22.** Confusiones que se presentaron en el instrumento inicial

En el nodo “otras” se hace referencia a elementos particulares enunciados por cada grupo. G2 y G4 mencionan la “estática” algo trabajado durante el proyecto, específicamente en el laboratorio de electrificación; al preguntarles sobre este fenómeno, hacen referencia a las cargas eléctricas de un material al frotarse, lo que corrobora de donde proviene la idea; sin embargo, no es considerada una fuente de electricidad sino más bien un efecto de la “acumulación de cargas” o “cargas eléctricas en reposo”. G2 y G3, mencionan además, los términos alterna y continua como fuente, pero al preguntarles en la entrevista manifiestan que se referían a los tipos de corriente y no a fuentes de electricidad. Interesante fue la respuesta de G2 quién menciona que la bobina de Tesla es una fuente de electricidad, aunque su respuesta no fue incluida en la fuente del electromagnetismo, es una clara forma de mostrar la relación con este tipo de fuente.

## 7.4.6. Dominio conceptual sobre circuitos eléctricos (CE)

### 7.4.6.1. Efectos de la corriente eléctrica (ECE)

Para la categoría 2, se indagó sobre los efectos que produce la corriente eléctrica (subcategoría ECE) que circula por un circuito elaborado correctamente (ver gráfico 23). En la fase inicial solo G3 reconocía la luz, el movimiento y el calor como efectos; al final, G1, G2 y G4 reconocen estos efectos, gracias a actividades del proyecto como la elaboración del carro solar y el cortador de icopor.



**Gráfico 23.** Indagación de los efectos que produce la corriente eléctrica

Persisten algunas ideas como el “daño físico a personas” (G4); sin embargo, la explicación realizada sobre esta pregunta a los estudiantes sobre el significado de la palabra “efecto” en este contexto permitió que G1 y G2 no reiteraran esta respuesta en los instrumentos finales.

Además, todos los Casos reconocen que estos efectos se logran apreciar gracias a dos razones, primero, una buena conexión de los componentes del circuito eléctrico y segundo, el flujo de corriente por el circuito que deriva en el funcionamiento de un dispositivo.

### 7.4.6.2. Magnitudes físicas (MF) y Nomenclatura e Instrumentos de medición (NI)

Para esta subcategoría se pregunta a los estudiantes, ¿qué es y con qué se mide la corriente eléctrica, el voltaje (o diferencia de potencial) y la potencia eléctrica?, ¿en qué unidades? De forma general los cuatro Casos, reconocen algunas unidades de medida, principalmente el voltio (G1, G2, G3, G4). No fue mucho el avance al respecto de lo encontrado en el instrumento inicial. Reconocen al igual que al inicio el multímetro como un instrumento de medición. El progreso más notable es la definición de corriente eléctrica que asumen como un paso o flujo de electrones por un conductor (G1, G4)

### 7.4.6.3. Funcionamiento de un circuito eléctrico (FCE)

Para esta categoría se realizan dos preguntas, la primera ¿de qué sustancias (interior y exterior) se hacen los cables?, ¿sabes por qué?, tiene el propósito de indagar acerca del conocimiento de los estudiantes sobre materiales conductores y aislantes y su papel en un circuito. Y la segunda, ¿qué pasa si usamos más de dos bombillas?

Para la primera pregunta, la principal respuesta es el cobre como material interior, las interpretaciones sin embargo son levemente diferentes, en la tabla 67 se presentan las respuestas agrupadas en dos grupos (cobre y otros metales, y cubierta del cable).

**Tabla 67.** Respuestas agrupadas en dos grupos (cobre y otros metales, y cubierta del cable)

Metales conductores: cobre y aluminio	G1: El cobre es un conductor	G2: Cobre o material conductor	G3: metal conductor	G4: En los átomos metálicos se unen los electrones de la última capa y circulan con libertad, por lo cual es un conductor
Cubierta	Caucho-plástico Para aislar y proteger.	Plástico o goma: aislar la fuente eléctrica, no conduce.	Caucho o plástico	Plástico o caucho: aísla y para evitar corto circuitos o que nos electrocutemos.

En las respuestas a la segunda pregunta los grupos mencionan que posiblemente enciendan las dos, aunque cada Caso en particular realiza algunas afirmaciones sobre lo que podría suceder, así:

- G1: *Si se usan más de dos bombillas es posible que una no encienda o que una se quemé.  
Si usamos más de dos bombillas con una sola batería encenderían las bombillas, pero no con tanta energía, con luz muy baja.  
Posiblemente la luminosidad de las bombillas baje, o la pila no logre encenderla.  
Es dependiendo a la resistencia que tenga la batería.*
- G2: *Al usar dos bombillas su luz disminuye la cantidad de luz por haber mayor consumo de energía.*
- G3: *Si se usan más de dos bombillas se daría un gasto mayor de energía.  
Con 2 bombillas se deben usar dos cables, pero la energía no será la deseada por lo tanto es mejor una pila por bombilla.*

*G4: Generaría luz en ambas, sin embargo, en menor cantidad.  
Dependiendo de la carga eléctrica de la pila, va a encender o no la bombilla.  
La fuerza con la que las 2 bombillas encienden no es la misma, ya que una sola batería no produciría lo suficiente para que iluminara lo que debe iluminar normalmente.*

Se reducen las respuestas a reconocer los metales en general como conductores, aunque siguen mencionando el Cobre (Cu) y el Aluminio (Al) como referentes principales. Además, G1 y G3 que inicialmente no explicaban la composición de la cubierta en los cables, ahora incluyen al igual que G2 y G4 el plástico y el caucho como aislantes y como un medio para protegernos de posibles descargas.

Para esta misma categoría se aplicó nuevamente al final las actividades experimentales del proyecto, un cuestionario tipo KPSI similar al inicial, con el propósito de contrastar los resultados para cada caso. En esta categoría se muestran los resultados marcados en blanco. Los asuntos marcados muy sombreados fueron considerados en los principios del aprendizaje perceptor/representador y los sombreados levemente en el principio del aprendizaje por error.

En las tablas 68, 69, 70 y 71 se presentan los KPSI finales de los cuatro Casos.

**Tabla 68.** KPSI final G1

a. Nunca he oído hablar de ello.				
b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es.				
c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo.				
d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.				X
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.				X
Cómo funciona una pila.				X
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.				X
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.				X
Cómo se representan los elementos de un circuito.				X
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.				X

Los hallazgos principales conseguidos por G1 al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos son los siguientes:

Estática: “Cuando se presenta es debido a que el cuerpo está cargado y se genera una descarga”

Circuitos en serie y en paralelo: “Sobre la conexión en serie y en paralelo se puede afirmar que “la en paralelo es independiente y en la de serie si apagamos una bombilla la otra también se apaga”

Conductores y aislante: “Para comprobar si un material es conductor o no, con el circuito lo comprobamos si enciende la bombilla y si la luz es intensa o no”  
 “El agua no es buena conductora, pero cuando se le agrega sal se carga y los cristales se disuelven”

Funcionamiento de una pila: Tienen energía almacenada.

**Tabla 69.** KPSI final G2

a. Nunca he oído hablar de ello. b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es. c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo. d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.				X
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.				X
Cómo funciona una pila.				X
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.				X
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.				X
Cómo se representan los elementos de un circuito.				X
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.				X

Los hallazgos principales conseguidos por G2 al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos son los siguientes:

Estática: “El material tiene estática cuando está cargado y libera las cargas”

Circuitos en serie y en paralelo: “Sobre la conexión en serie y en paralelo se puede afirmar que ‘la en paralelo es independiente y en la de serie si apagamos un bombillo el otro también se apaga”  
 “Si combinamos el circuito en serie y en paralelo se puede formar uno mixto”

Conductores y aislante: “Los metales son buenos conductores y los plásticos no conducen”.

*“El agua no es buena conductora, pero cuando se le agrega sal se carga y los cristales se disuelven”*

Funcionamiento de una pila: *“Tienen energía química almacenada que se transforma en eléctrica”*

**Tabla 70.** KPSI final G3

a. Nunca he oído hablar de ello. b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es. c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo. d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.			X	
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.				X
Cómo funciona una pila.			X	
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.				X
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.				X
Cómo se representan los elementos de un circuito.			X	
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.				X

Los hallazgos principales conseguidos por G3 al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos son los siguientes:

Estática: *“al frotar el lapicero con el trapo de lana, se cargó de energía estática la cual atrajo el icopor hacia el lapicero”*

*“al acercar el lapicero al agua, ésta evita el contacto con el lapicero”*

*“al acercar el peine al icopor, éste se adhiere al peine”*

Circuitos en serie y en paralelo: *“Cuando se afloja un bombillo en un circuito en paralelo una bombilla queda encendida y la que quitamos se apaga”*

*“Se puede afirmar que la conexión en serie tiene el mismo flujo de energía y el paralelo es por separado”*

*“se pueden formar circuitos mixtos y así funcionan en nuestro hogar”*

Conductores y aislante: *“el aluminio, el cobre y el hierro sí” “el agua, la madera y el papel no”*

*“En general los metales conducen corriente eléctrica”*

*“midiendo su luminosidad, si la luz es más fuerte significa que es buen conductor de lo contrario no”*

*“El agua no, el agua con sal si por los iones de carga”*

Funcionamiento de una pila: *Tienen energía almacenada.*

**Tabla 71.** KPSI final G4

a. Nunca he oído hablar de ello. b. He oído hablar de ello, pero no sé qué es. c. Sé lo que es, pero no sabría explicarlo o hacerlo. d. Sé lo que es y sabría explicarlo o hacerlo.				
Ítem	a	b	c	d
El fenómeno de la electricidad estática.				X
Los cuerpos conductores y los cuerpos aislantes.			X	
Cómo funciona una pila.				X
La diferencia entre la corriente continua y la corriente alterna.			X	
La relación entre la corriente eléctrica y el calor.			X	
Cómo se representan los elementos de un circuito.				X
La diferencia entre un montaje en serie y un montaje en paralelo.			X	

Los hallazgos principales conseguidos por G4 al realizar preguntas diagnósticas sobre el montaje de circuitos eléctricos son los siguiente:

Estática: *“Se puede observar que la electricidad en el lapicero producida por el efecto de rozamiento, esto se debe a las cargas del lapicero”*  
*“en este caso, comparado con el frote con el trapo, el lapicero al rozar con el cabello atrae mayor cantidad de trozos de icopor”*

Circuitos en serie y en paralelo: *Sobre la conexión en serie y en paralelo se puede afirmar que “en serie cada componente depende entre sí”, “en paralelo cada componente es independiente”, “se pueden formar circuitos mixtos”*

Conductores y aislante: *“Un material es mejor conductor que otro porque hay más ‘resistividad’ y deja conducir más energía”*

Funcionamiento de una pila: *Tienen energía almacenada.*

En general G1 y G2 manifiestan tener un mejor dominio de los ítems propuestos en el KPSI, sin embargo, al revisar las respuestas, se encuentran algunos errores que indicarían que su autoevaluación no fue la mejor. Por ejemplo, decir que la pila “tiene energía almacenada” no es un indicador de un alto conocimiento sobre su funcionamiento.

Por otro lado, G3, mantiene sus ideas iniciales y mencionan en el marco de la socialización y la retroalimentación que *“aprendimos cosas nuevas, pero no seríamos capaces de explicar aún de la mejor manera a otras personas”* o *“podríamos construir un circuito para explicar”*

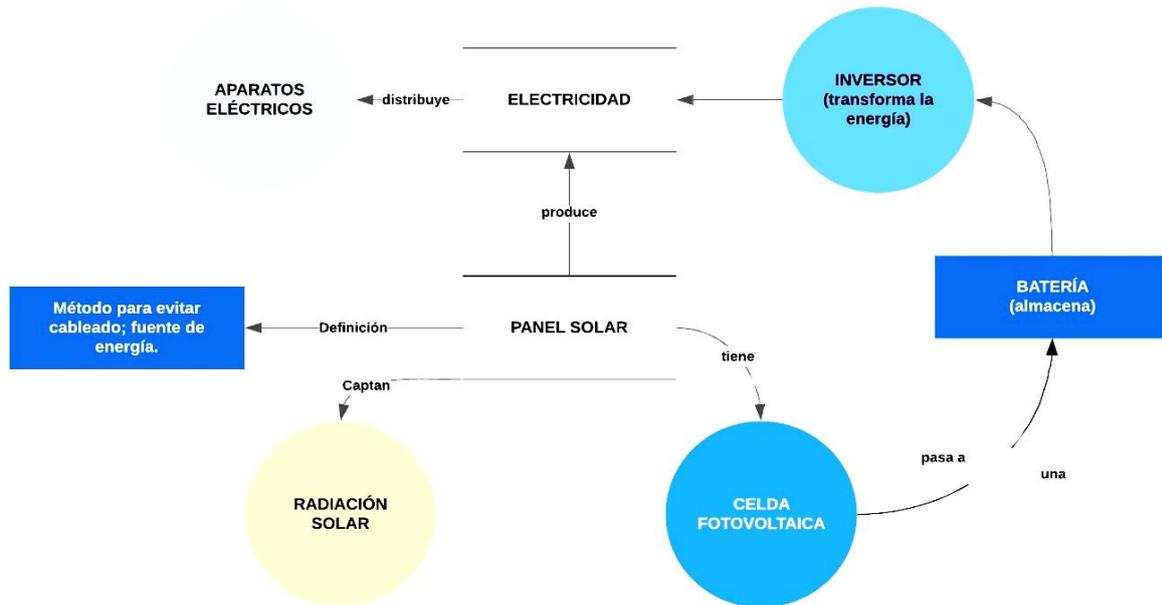
Finalmente, G4, menciona que se siente en la capacidad para explicar el fenómeno de la estática, algo que se corresponde con las respuestas entregadas, al igual que en la distinción entre circuitos en serie y en paralelo.

#### **7.4.7. Uso de paneles solares para la producción de electricidad (Categoría PE)**

En esta categoría, al igual que en el instrumento inicial, se presentan los resultados obtenidos de las respuestas a las preguntas, ¿los paneles solares son una alternativa para la producción de energía eléctrica, ¿cómo es posible convertir la energía solar en energía apta para el funcionamiento de aparatos eléctricos? y ¿qué conoces de los elementos indicados en la imagen?

Teniendo en mente la idea inicial de conocer si los estudiantes reconocen la necesidad de convertir la corriente directa en alterna, seguir identificando elementos presentes en un circuito eléctrico y básicamente, reconocer su habilidad para inferir o predecir la necesidad de otros elementos a nivel de circuitos eléctricos y materiales necesarios para el funcionamiento adecuado de un panel solar, se atienden nuevamente las subcategorías ‘paneles solares’ (FP) y ‘características de los paneles solares’ (CP)

El mapa elaborado (ver gráfico 24) en este caso corresponde a los elementos generales aportados por todos los Casos y sobre él se presentarán los elementos diferenciadores o similares, ya que en general las respuestas presentan algunas coincidencias.



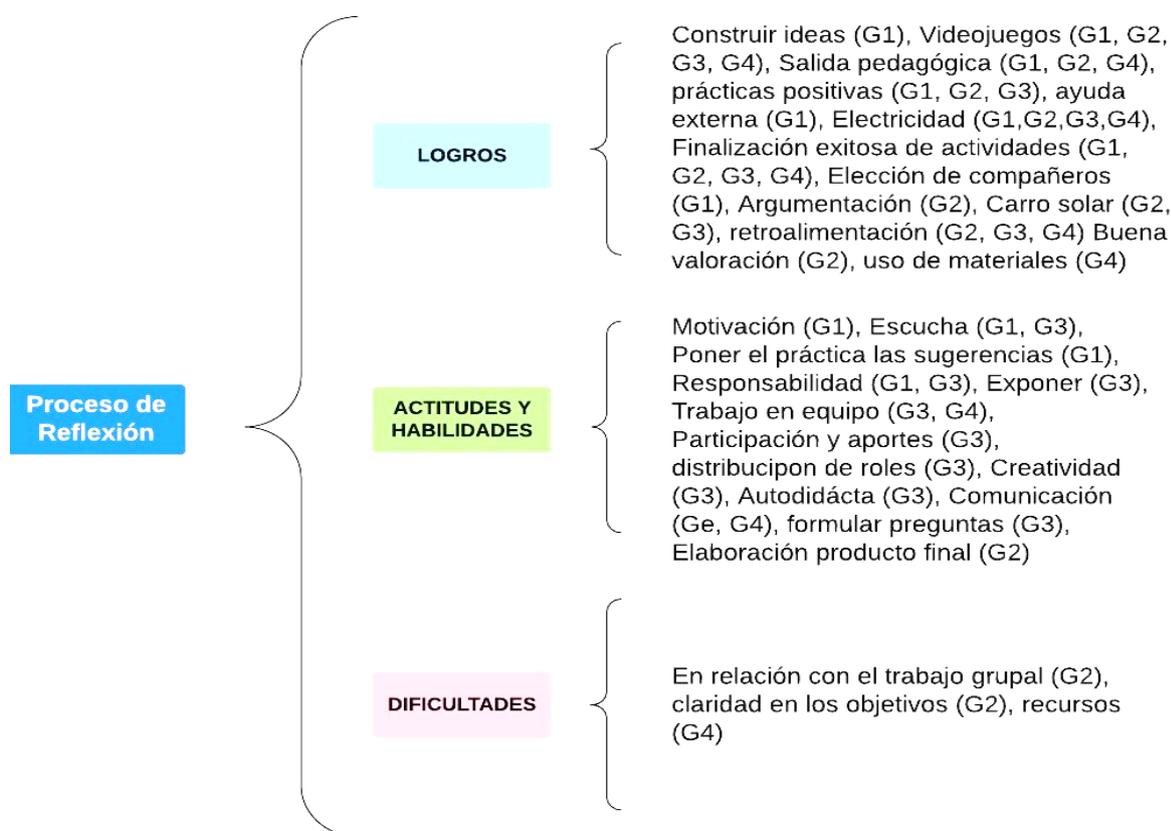
**Gráfico 24.** Mapa elaborado que corresponde a los elementos generales aportados por todos los Casos.

- G1: *El inversor transforma la energía para que sea apta para los aparatos eléctricos. No menciona la celda fotovoltaica. El inversor transforma esa energía directa en alterna.*
- G2: *El panel recibe “radiación solar” No menciona la celda fotovoltaica. “El inversor hace que la energía se pueda utilizar y no quemar los electrodomésticos.”*
- G3: *El panel recibe “radiación solar” No menciona la celda fotovoltaica. La electricidad se distribuye por los electrodomésticos gracias a la conversión de la corriente a alterna. El panel solar está elaborado con perovskita para una mayor eficiencia.*
- G4: *El panel tiene una celda fotovoltaica  
La batería almacena parte de la energía  
El inversor transforma la energía a corriente  
El inversor evita una sobrecarga*

En las respuestas anteriores se pueden apreciar algunos avances en términos de las descripciones realizadas sobre algunos componentes, el más significativo tiene que ver con las referencias que realizan sobre inversor, donde reconocen la necesidad de transformar una fuente directa en alterna, aunque no en todos los casos hacen precisiones, por ejemplo, G4 solo menciona que el inversor transforma la energía a corriente. En el caso de G3 mencionan un material diferente “*perovskita*” y hablan de “*eficiencia*” en los paneles solares, dos asuntos que fueron trabajados en la salida pedagógica a Ruta N a un laboratorio sobre paneles solares, ratificando la importancia de los procesos de investigación continua y conexión con el mundo real.

### 7.4.8. Percepción de los participantes – Reflexión

Un asunto importante descrito en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) tiene que ver con el proceso de reflexión, entendido como una posibilidad de hacer un seguimiento al proceso, auto y coevaluar y generar estrategias para la mejora continua. En este sentido, la bitácora en este proyecto se ha constituido en un recurso para la sistematización y la retroalimentación; semana a semana cada caso analizado ha generado una serie de cuestionamientos, sentimientos y pensamientos que materializaron en sus bitácoras y que se constituyen en elementos importantes para evaluar, no solo su percepción sobre lo vivido en el proyecto, sino también sus aprendizajes, retos o dificultades (gráfico 24)



**Gráfico 25.** Percepción de los participantes – Reflexión

Algunos comentarios de los Casos en relación con su participación en las diferentes actividades del proyecto fueron:

- G1: *“Muy interesante ya que no teníamos conocimiento de esta técnica para cortar el icopor y el plástico” “fue muy interesante, ya que aprendimos sobre los materiales conductores y no conductores y a que se debe”*
- G2: *“Sabemos con esta práctica como la energía caliente las cosas y sirven para muchas cosas” “es muy importante para obtener conocimientos y para el proyecto que estamos elaborando”*

G3: *“La salida a la vereda nos permitió aprender sobre lo que piensan las personas”*  
*“Fue difícil elaborar el videojuego, pero muy entretenido”*

G4: *“Entretenida y didáctica”*

Lo anterior, además de lo presentado en los KPSI, son una muestra de la importancia de realizar procesos de reflexión y acompañar a los estudiantes durante la ejecución de un proyecto. Reconocer las dificultades y potenciar habilidades y actitudes son una manera de propiciar aprendizajes significativos en los estudiantes

## **CAPÍTULO 8**

### **ESTUDIO III. EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABPy) COMO LÍNEA DE PRÁCTICA PEDAGÓGICA EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS EN CIENCIAS NATURALES**

Este capítulo, presenta una iniciativa para estructurar e implementar una línea de práctica pedagógica, orientada por la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), sustentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo y los “estándares de oro” para el diseño de proyectos, propuestos por el Buck Institute for Education (BIE) en el programa de Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en la ciudad de Medellín, Colombia. Lo anterior, como una oportunidad para poner en escena algunos de los asuntos teóricos y metodológicos considerados en los estudios I y II de esta tesis en el marco de la formación de maestros y como una apuesta por acercarlos al uso de metodologías que involucren a los estudiantes de una manera activa.

Los **objetivos** que se pretenden son los siguientes:

1. Consolidar una propuesta de formación de maestros en Ciencias Naturales en el marco de la práctica pedagógica, apoyada en el Aprendizaje Basado en Proyectos y los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo.
2. Valorar algunos de los resultados obtenidos en los proyectos aplicados por los maestros en formación con estudiantes pertenecientes a la educación básica en diferentes instituciones educativas de la ciudad de Medellín, Colombia.

3. Identificar la percepción de los maestros en formación después de participar en un proceso de diseño e implementación de proyectos en el marco de la Práctica Pedagógica y la formulación de un Trabajo de Grado

### **8.1. Contexto**

Este estudio se realizó en el marco del programa de formación de maestros en la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, perteneciente a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. El grupo de maestros estuvo conformado por ocho estudiantes, siete mujeres y un hombre con edades que oscilaban entre los 22 y los 30 años, en los cuales se conformaron cuatro grupos de trabajo. Este proyecto se desarrolló en el marco de una convocatoria pública para la presentación de líneas de investigación en práctica pedagógica, en la cual según el número de estudiantes inscritos y bajo una escala de valoración que incluye la revisión del currículo del docente, la coherencia de su propuesta de práctica y una sustentación oral, se seleccionaron las líneas de investigación para los maestros en formación, en este caso la línea en Aprendizaje Basado en Proyectos.

### **8.2. Fases del Estudio**

Este estudio, materializado en el desarrollo de una línea de investigación para la formación de maestros en Aprendizaje Basado en Proyectos, contempló los asuntos descritos en capítulos anteriores, en relación con la metodología y los referentes teóricos. Así mismo, consideró asuntos rastreados en la revisión de la literatura y en el marco teórico para generar un proyecto de formación de maestros, buscando la posterior aplicación de propuestas de intervención en diferentes instituciones educativas de la ciudad de Medellín. Además, se ejecutó en el marco de un convenio con el Parque Explora, quién acompañó durante el primer semestre el proceso formativo de los maestros en formación

Este estudio se desarrolló atendiendo a tres semestres académicos, el primero de reconocimiento de la línea y formulación del problema de investigación, el segundo de diseño y ejecución de proyectos y el tercero de análisis de la información y percepción de los participantes sobre el proceso.

Durante el proceso se recopiló la información necesaria para atender a los objetivos de este estudio. En la tabla 72 se presentan las diferentes etapas con sus respectivas actividades e instrumentos de recolección de datos, objetivos y duración.

**Tabla 72.** Etapas con sus respectivas actividades e instrumentos de recolección de datos, objetivos y duración

Semestre	Fases	Actividades e instrumentos de recolección de información	Propósito
I	Reconocimiento de la línea y formulación del problema de investigación.  Práctica pedagógica I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación de la línea</li> <li>- Rúbrica de evaluación del trabajo.</li> <li>- Programa del curso</li> <li>- Exposiciones y club de lectura</li> <li>- Diseño inicial de proyecto <i>Parque Explora</i></li> <li>- Formulación del proyecto de investigación (Problema, objetivos y revisión de la literatura)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer los elementos principales del ABPy.</li> <li>- Formular un proyecto de investigación que incluya los elementos conceptuales del ABPy y la Teoría del Aprendizaje Significativo.</li> </ul>
II	Diseño y ejecución de proyectos.  Práctica pedagógica II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño metodológico y construcción del marco teórico</li> <li>- Diseño de instrumentos de aplicación.</li> <li>- Inmersión en el campo</li> <li>- Aplicación del proyecto</li> <li>- Recolección de la información</li> <li>- Diario pedagógico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar el diseño metodológico para la ejecución de la propuesta didáctica de la investigación</li> <li>- Recolectar la información necesaria para el análisis de los elementos definidos por cada proyecto</li> </ul>
III	Análisis de la información y percepción de los participantes.  Trabajo de grado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados y análisis de la información</li> <li>- Participación en congresos y eventos académicos</li> <li>- Instrumento para evaluar la percepción de los participantes.</li> <li>- Redacción final del informe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la información obtenida en cada uno de los proyectos aplicados.</li> <li>- Socializar los resultados obtenidos en diferentes escenarios académicos.</li> <li>- Identificar la percepción de los maestros en formación sobre el proceso seguido.</li> </ul>

Para la presentación de los resultados, en este estudio no se utiliza un sistema de categorías, se opta por la narración del proceso seguido y los elementos descritos en la tabla 72. Para lograr lo anterior, se presentan elementos iniciales en relación con la formación de

maestros y específicamente para la conformación de la línea y, posteriormente, se describen los procesos sobre:

- La convocatoria y conformación de la línea de práctica pedagógica (seminarios y centros de práctica).
- La propuesta curricular y el proceso seguido en cada semestre.
- Los Trabajos de Grado

### **8.3. Cuestiones iniciales.**

Durante décadas, múltiples investigaciones en el campo de la formación de maestros y, específicamente, para la enseñanza de las Ciencias Naturales, se han interesado en comprender cómo se conciben los procesos de formación de maestros desde la implementación de diversos programas en las Facultades de Educación y, especialmente, desde enfoques pedagógicos, didácticos y epistemológicos (Mellado, 1996; Paixao y Cachapuz, 1999; Godoy, Segrra y Di Mauro, 2014; Acosta y Vergara, 2014; Quintero y Bonilla, 2016; Rivera, 2016; Sanjurjo, 2017).

En el contexto colombiano, se han presentado algunos reportes de investigaciones que presentan una perspectiva histórica de la formación de maestros de ciencias en Colombia (Gallego y otros, 2004; Ríos y Cerquera, 2013; Barrios, 2014) en los cuales se hace un recorrido por los diferentes escenarios políticos, sociales, culturales y económicos que han influido en la creación de programas de formación de maestros o en la concepción que se tiene respecto al rol de un profesor en la sociedad.

En este sentido, el interés de este capítulo está centrado en la práctica pedagógica, entendida como una actividad diaria que se desarrolla en el aula, laboratorios u otros espacios, orientada por un currículo, y que tiene como propósito, la formación de los alumnos (Díaz, 2006). Esta visión, es asumida por la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, cuya propuesta educativa busca contribuir a la formación de profesionales de la educación y capacitarlos para la innovación y el cambio de los conocimientos pedagógicos, los saberes disciplinares específicos y la didáctica (Acuerdo 284, 18 septiembre 2012)

En el contexto educativo del siglo XXI, las propuestas de prácticas pedagógicas requieren una formación profesional integral que atienda a las exigencias de una sociedad heterogénea y cambiante. Al respecto, los programas de formación docente deberían incluir en mayor medida, líneas de profundización y práctica pedagógica vinculados a los intereses del alumnado (TIC, proyectos, juegos, resolución de problemas, entre otros). En este orden de

ideas, la Práctica Pedagógica requiere una reflexión crítica del quehacer docente, impulsar la interacción con las comunidades y dejar desde las Facultades de Educación un camino para la creación de experiencias formativas tanto para docentes, como para estudiantes, centros de práctica y comunidades educativas en general.

Las Prácticas Pedagógicas pueden ser desarrolladas en el contexto de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, a través de una propuesta de docencia, de investigación o de extensión. Para este caso, se presenta una práctica pedagógica en docencia, la cual centra su acción en la enseñanza en una institución, en unos niveles educativos, en un grado escolar y en un saber por enseñar. Además, el asesor de práctica según reglamentación institucional, deberá ser un profesor de planta, ocasional o de cátedra, con título de pregrado, posgrado y con experiencia profesional en educación, en investigación y en el saber específico propio de la práctica del Programa.

En respuesta a esta demanda, en la formación de maestros y, específicamente, en Ciencias Naturales, se han puesto en práctica proyectos pedagógicos para acercar a los maestros en formación a las escuelas o centros de práctica, de modo que se articulen procesos de docencia, investigación y aspectos pedagógico-didácticos. Todo ello con el propósito de formar docentes que no solo se interesen por el saber específico, sino que manifiesten preocupación por su propia práctica, por las formas cómo sus estudiantes aprenden, por las dinámicas institucionales, por la evaluación y otros asuntos necesarios para la formación de un maestro crítico y reflexivo.

Tomando como referente las áreas de interés del programa, se presenta el proceso de postulación y puesta en marcha de una línea de investigación enmarcada en los componentes enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias, específicamente, mediante la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y sustentada teóricamente desde la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 2002) y la visión crítica propuesta por Moreira (2015).

Con base en lo planteado anteriormente, se formuló como pregunta orientadora de esta propuesta, *¿Cuál es el papel de un docente de Ciencias Naturales en un proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por proyectos?*, debido a que la formación que reciben los docentes en su pregrado pareciera estar inmersa en el discurso tradicionalista, lo cual no es malo, pero si resulta problemático pensar en este discurso, como único enfoque de enseñanza. Por otro lado, si se va a trabajar bajo el ABPy, los maestros en servicio deberían ser informados sobre las estrategias pedagógicas que han sido señaladas como efectivas para la implementación de las actividades y ser guiados para diseñar e implementar las clases (Han et al. 2015)

De acuerdo con los razonamientos que se han presentado, resulta necesario un maestro que entienda los campos pedagógicos, didácticos y científicos y es en este sentido, que los propósitos de formación de la licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, juegan un papel importante; específicamente, desde el espacio denominado “Práctica Pedagógica”, en el cual se debe formar un docente que potencie en los estudiantes su interés por aprender y motive desde su quehacer la producción de conocimiento, pero que adicionalmente, genere en el docente en formación una actitud crítica y propositiva de acuerdo a su contexto de actuación y a las problemáticas que se identifiquen en el mismo (número de estudiantes por salón, desmotivación, estudiantes con capacidades diversas, entre otros).

Además, emplear el ABPy como estrategia pedagógica, se asume como una apuesta pertinente en la experiencia educativa, debido a que éste permite el logro de aprendizajes significativos, porque surgen de actividades relevantes para los estudiantes y contemplan muchas veces objetivos y contenidos que van más allá de lo estrictamente curricular.

De modo singular, en este estudio se pone el énfasis en mostrar una alternativa de formación de maestros, fundamentada en la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y en la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS). Además, se tienen en cuenta las características esenciales para el diseño de proyectos, propuestas por el Buck Institute for Education (BIE), como alternativa para acercar a los maestros en formación a un escenario de práctica profesional que responda entre otras cosas a sus intereses particulares y que les den la posibilidad de generar propuestas innovadoras, rigurosas y generadoras de aprendizajes significativos.

#### **8.4. Reconocimiento de la línea y formulación del problema de investigación.**

A continuación, se presenta el proceso de conformación de la línea de práctica y los espacios de participación (seminarios y centros de práctica), la rúbrica utilizada para la elaboración del trabajo de grado, el diseño curricular, las exposiciones y el club de lectura como estrategias para acercar a los estudiantes a asuntos metodológicos e investigativos y finalmente unas ideas iniciales en relación con el diseño del proyecto.

##### **8.4.1. Convocatoria y conformación de la línea de práctica**

Para la conformación y puesta en marcha de la línea de práctica, se siguieron tres fases: convocatoria y presentación de soportes ante el comité de carrera, socialización con estudiantes y diseño e implementación de la línea.

**Fase I:** se presentó una propuesta escrita que consideraba asuntos relacionados con la problemática o ámbito de reflexión, justificación, objetivos, referentes conceptuales, contexto y metodología. Posteriormente, se realizó una sustentación oral frente al comité de carrera de la licenciatura, los cuales, evaluaron, además, las hojas de vida de los dos docentes proponentes y finalmente se entregó un resultado (ver tabla 73)

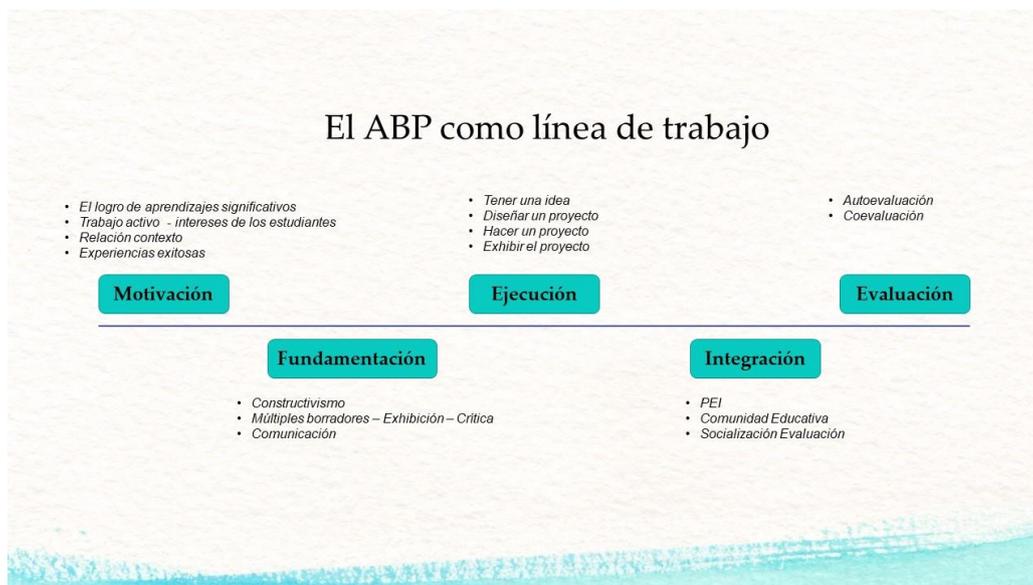
El puntaje mínimo establecido para asesorar maestros en formación en la práctica pedagógica es de 70 y el valor obtenido fue de 79 (21, 38 y 20 para cada ítem evaluado)

**Tabla 73.** Criterios de Evaluación

<b>HOJA DE VIDA</b>		
<b>CONCEPTO</b>		<b>MÁXIMO PUNTAJE</b>
<b>A</b>	Formación académica (título de pregrado y postgrado en educación).	<b>(Hasta 30 puntos)</b>
<b>B</b>	Experiencia en docencia universitaria certificada (mínimo 2 años)	
<b>C</b>	Experiencia investigativa (asesoría de proyectos en pregrado y postgrado; participación en eventos y publicaciones)	
<b>PROPUESTA DIDÁCTICA</b>		
<b>A</b>	<b>Propuesta escrita</b>	<b>(Hasta 50 puntos)</b>
	Coherencia de la propuesta con los propósitos de formación del programa	
	Fundamentación teórica	
	Aportes a la línea de investigación	
	Correspondencia con las actuales tendencias en educación en ciencias	
<b>B</b>	<b>Sustentación oral</b>	<b>(Hasta 20 puntos)</b>

**Fase II:** Para la socialización con estudiantes, se realizó una presentación con los aspectos más relevantes de la línea, enfatizando en la estrategia ABPy. La intención inicial era motivar a los maestros en formación a adscribirse a la línea, presentar la fundamentación teórica, la puesta en marcha, los procesos de integración con las instituciones educativas y la evaluación (ver figura 31)

Además, se estableció un convenio con el Parque Explora, una entidad definida por ellos mismos como “un parque de ciencia y tecnología, un acuario, un planetario. Un espacio con salas premiadas nacional e internacionalmente por sus experiencias poco convencionales, que permiten vivir el significado más profundo y verdadero de la innovación”; también es el lugar de encuentro de estudiantes quienes presentan sus proyectos de investigación en una feria que se realiza cada año y que involucra a docentes e instituciones educativas de la ciudad. Este escenario sirvió como centro de práctica durante el primer semestre de los estudiantes, el cual prestó asesoría para el diseño de los proyectos.



**Figura 31.** Presentación línea ABPy

**Fase III:** El proceso de implementación de la línea se desarrolló en tres espacios de formación, denominados práctica pedagógica I, práctica pedagógica II y trabajo de grado. Además, se plantearon algunas preguntas orientadoras como: ¿Cuál es el rol del ABPy en los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos?, ¿Cuál es el papel de un docente de ciencias naturales en un proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por proyectos?, ¿Cómo aportar en la construcción de actividades significativas para los estudiantes desde sus contextos a partir de proyectos que les permitan enfrentar los retos de una sociedad heterogénea y cambiante?

Adicionalmente, los cursos diseñados fueron tipo seminario y atienden a tres componentes: el investigativo, en el cual se discuten asuntos relacionados con paradigmas en investigación educativa, métodos de investigación, instrumentos de recolección y análisis de información, entre otros; la docencia, que rescata la importancia de reflexionar alrededor de las actividades ejecutadas en los centros de práctica, el rol del maestro, los retos y las limitaciones; y por último, asuntos pedagógico - didácticos que permiten ubicar al maestro en formación en su rol de sujeto activo que es capaz de secuenciar contenidos, innovar en el aula y reconocer las potencialidades de su quehacer.

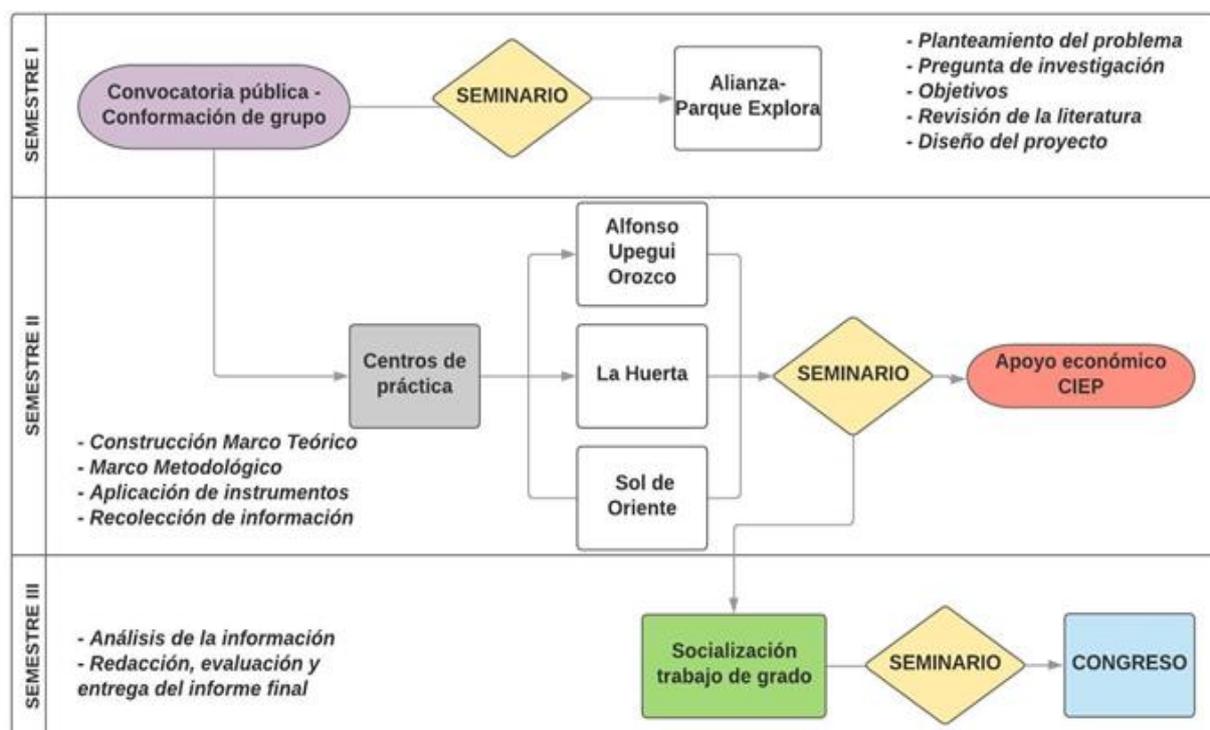
Además, la duración de cada seminario fue de cuatro horas semanales para la práctica I y II y de dos horas para el trabajo de grado. También se programan asesorías con los estudiantes para la revisión y presentación de avances. Así mismo, los maestros en formación acuden a sus centros de práctica seis horas semanales durante las prácticas I y II (ver tabla 74). Se espera que, en Práctica Pedagógica I, los estudiantes puedan avanzar en la formulación de su pregunta de investigación, definición de objetivos y revisión bibliográfica.

Para la práctica pedagógica II, la configuración de un marco conceptual y metodológico y aplicación de la propuesta de intervención y finalmente en el trabajo de grado, profundicen en el análisis de los datos obtenidos y en la redacción del informe final.

**Tabla 74.** Niveles definidos para la práctica pedagógica en la versión 2 del programa.

Nivel	Espacio de formación	Créditos	Seminario (h)	Centro de práctica (h)
VIII	Práctica pedagógica I	06	4	Mínimo 6
IX	Práctica pedagógica II	06	4	Mínimo 6
X	Trabajo de grado	04	2	No asiste

El programa se implementó con un grupo de ocho estudiantes, siete mujeres y un hombre con edades que oscilaban entre los 22 y los 30 años, en los cuales se conformaron cuatro grupos de trabajo. Para la puesta en marcha de la línea se siguió la ruta presentada en la figura 32; en ella se destaca la importancia del Seminario como espacio de conceptualización alrededor de asuntos como la docencia, la investigación y el componente pedagógico-didáctico, el rol del Parque Explora para el diseño del proyecto, los centros de práctica en los cuales se aplicaron los proyectos, el Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP) y la socialización de los proyectos aplicados; además, se presentan en *itálica*, los resultados esperados al finalizar cada semestre.

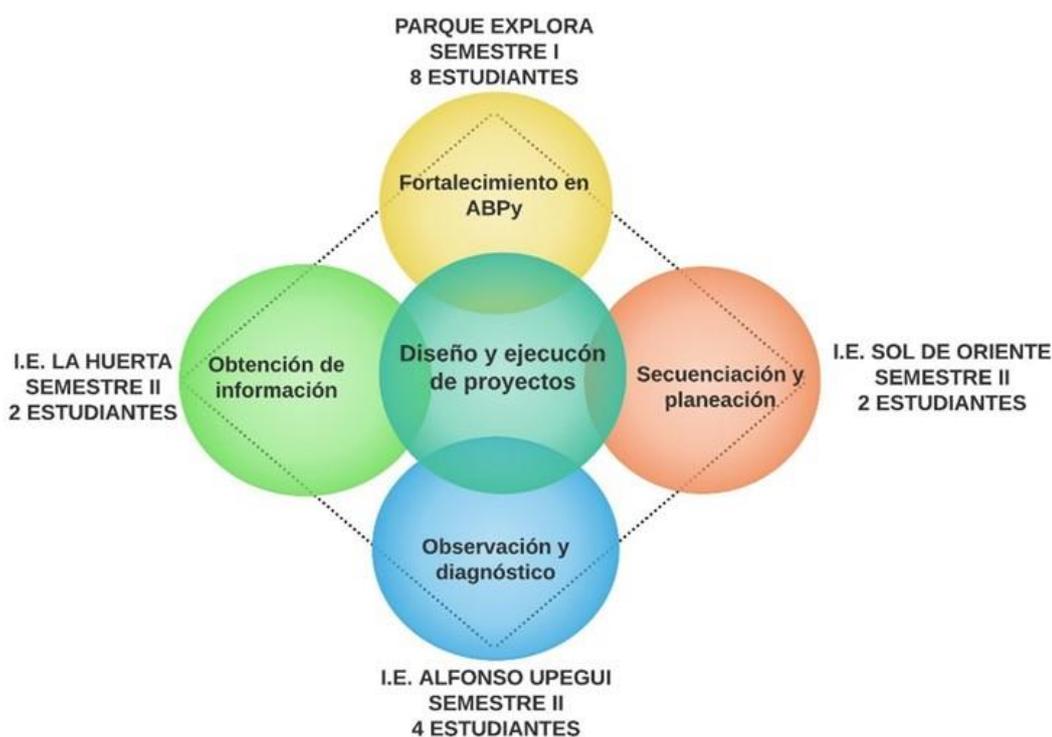


**Figura 32.** Proceso general de Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado.

Fuente: Elaboración propia

### 8.4.2. Seminarios y centros de práctica

En cuanto a los seminarios se siguió una metodología de trabajo basada en los principios del ABPy, es decir, se otorgó voz y voto a los maestros en formación, se partió de preguntas investigables y se propiciaron espacios de reflexión, crítica y revisión. Algunas de las actividades desarrolladas para cumplir con lo anterior, consistieron en la participación en un club de lectura, en el cual cada estudiante presentaba una infografía sobre las temáticas propuestas en los diferentes ejes temáticos, se elaboraron exposiciones, recibimos charlas de expertos y se identificaron los elementos de investigación necesarios para la construcción del Trabajo de Grado, cada grupo, eligió una temática de estudio y se realizaron procesos de coevaluación. Además, los instrumentos elaborados durante el proceso fueron validados por expertos y se acogieron a principios éticos.



**Figura 33.** Centros de práctica y actividades principales.

Fuente: Elaboración propia

Para comprender mejor la dinámica de trabajo en cada semestre y en los centros de práctica, en la figura 33 se presentan los elementos principales que fueron abordados desde los Centros de práctica y la distribución de los estudiantes en cada uno de ellos. En este sentido, intentamos ser muy cuidadosos con los momentos definidos desde la Facultad de Educación, ya que, para esta propuesta en particular, el primer momento de visita a Centros de práctica, que comúnmente se realiza a Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín, fue gestionado mediante la modalidad de pasantía en el Parque Explora (centro de difusión y

promoción científica y tecnológica de la ciudad de Medellín), un referente para la ciudad en términos del diseño de proyectos, el desarrollo de una feria de ciencia y su apuesta por innovar a través de un parque - museo con múltiples salas interactivas.

### 8.5. Propuesta Curricular

Para el desarrollo de los cursos se diseñó una propuesta curricular (ver tabla 75) basada en ejes problemáticos que apuntaban a la conceptualización alrededor del Aprendizaje Basado en Proyectos, aspectos pedagógico-didácticos y metodología de la investigación.

**Tabla 75.** Estructura curricular definida para Práctica Pedagógica y Trabajo de Grado.

Nivel	Ejes problemáticos	Productos	Tiempo (h)
VIII 2017/2	<i>Aprendizaje basado en proyectos y su consolidación como estrategia pedagógica.</i> Se abordan en este eje cuestiones relacionadas con las características del ABPy, su aplicación en el ámbito educativo, los retos que supone el trabajo por proyectos, estándares del ABPy, además de los referentes nacionales e internacionales sobre ABPy.	Diarios pedagógicos, participación en foros y club de lectura, exposiciones, fichas bibliográficas.	24
	<i>Dinámicas escolares.</i> Se pone el énfasis en el diario de campo, el diario pedagógico y el diagnóstico institucional.	Avances del proyecto: planteamiento del problema, objetivos, justificación y cronograma, antecedentes, estado del arte, marco teórico y diseño metodológico.	10
	<i>El rol del maestro investigador.</i> Se abordan situaciones y preguntas relacionadas con: cómo investigar en el aula y cuáles son los modelos pedagógicos y didácticos que se privilegian en la investigación.	Autoevaluación, coevaluación y evaluación del docente cooperador.	16
	<i>Estrategias para la formulación de problemas.</i> Se presentan estrategias para la formulación de problemas de investigación, metodologías de investigación y el proceso general de la investigación.		26
	<i>Centro de práctica:</i> Parque Explora	Generalidades del aprendizaje basado en proyectos (ABPy) y diseño preliminar	6h/sem.
IX 2018/1	<i>Aprendizaje basado en proyectos y su consolidación como estrategia pedagógica.</i> Se abordan en este eje cuestiones relacionadas con sus características, aplicación en el ámbito educativo, los retos que supone el trabajo por proyectos, estándares del ABPy, además de los referentes nacionales e internacionales sobre ABPy.	Diario Pedagógico. Elaboración de prototipo. Exposiciones. Avances del proyecto: marco teórico, diseño metodológico, instrumentos de recolección y análisis de la información y	24

	<i>Dinámicas escolares.</i> Articulación entre las planeaciones escolares, el diseño y desarrollo de los proyectos que se han construido y el enlace con la teoría de aprendizaje significativo.	resultados parciales. Autoevaluación, coevaluación y evaluación del docente cooperador.	10
	<i>El rol del maestro como investigador.</i> Se abordan situaciones relacionadas con el rol del maestro investigador y se atienden preguntas relacionadas con: cómo investigar en el aula, cuáles son los modelos pedagógicos y didácticos que se privilegian en la investigación y la relación entre investigación en el aula e investigación de estudio de caso. Además, se presentan estrategias para la formulación de problemas y metodologías de investigación, métodos de recolección y triangulación de la información.		42
	<i>Centro de práctica:</i> distintas Instituciones Educativas de la ciudad, como La Huerta, Alfonso Upegui Orozco y Sol de Oriente.	Levantamiento de diagnóstico para reconocimiento del contexto y aplicación de proyectos.	6h/sem.
X 2018/2	<i>Estrategias de análisis de la información.</i> Identificación de información relevante para la investigación. Elaboración de redes sistémicas (tendencias de respuesta), software de análisis cualitativo Atlas. Ti. Técnicas de transcripción. Organización de la información: Codificación y categorización. Interpretación de la información y teorización. Criterios de Credibilidad de la Investigación cualitativa: diferentes formas de triangulación, juicio de pares y de expertos	Seguimiento (asesorías y entrega de actividades propuestas) Avances del proyecto: marco teórico, diseño metodológico, instrumentos de recolección y análisis de la información, resultados y conclusiones.	38
	<i>Elaboración de las Conclusiones e Informe final.</i> Pautas para elaborar las referencias bibliográficas. Redacción del informe final. Cómo se presenta el informe y se socializa. Normas APA	Trabajo escrito Autoevaluación	60

Fuente: *Elaboración propia*

En la anterior propuesta, se destaca la inclusión durante el primer semestre del Parque Explora como Centro de Práctica, un espacio de ciudad que abrió sus puertas para entregar a los estudiantes herramientas de base teórica y metodológica, las cuales fueron un complemento importante para el diseño y posterior aplicación de los proyectos de investigación.

### **8.5.1. Práctica Pedagógica I**

El espacio denominado Práctica Pedagógica I tiene como propósito principal aportar a los maestros en formación de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, herramientas teórico-prácticas que apoyen componentes relacionados con la docencia, la investigación y asuntos pedagógico-didácticos. En este primer espacio de conceptualización, se ofrecen elementos a los maestros en formación necesarios para ejercer su práctica en las instituciones educativas que faciliten su acompañamiento, familiarizándolos con la vida escolar y entregándoles herramientas que les permitan asumir una postura responsable y crítica frente a su práctica, generando una reflexión constante alrededor de está.

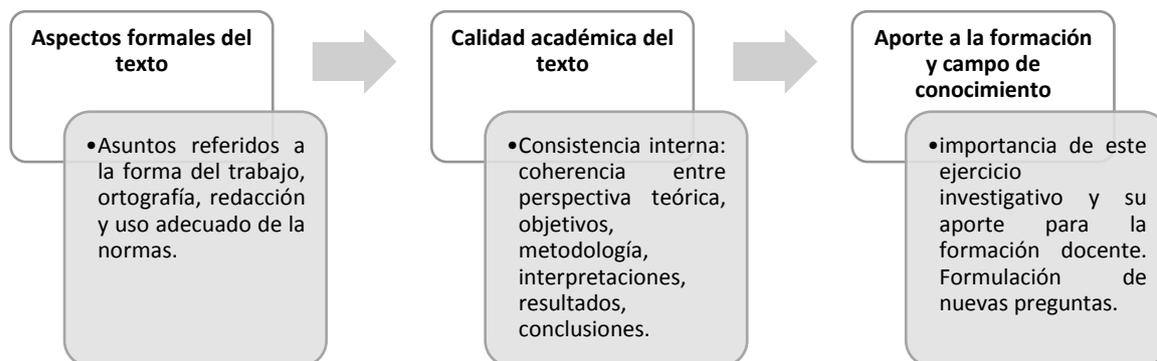
Para este primer espacio, se pretende que los maestros puedan establecer relaciones teórico-prácticas con la temática objeto de investigación de forma general; y que gradualmente se vayan involucrando en situaciones específicas en relación con su trabajo de grado.

Desde este punto de vista, algunas de las cuestiones que se abordarán en este espacio son: modelos pedagógicos y didácticos, el diario pedagógico, el aprendizaje basado en proyectos (ABPy), formulación de preguntas de investigación, revisión de literatura y estado de la cuestión, formulación de objetivos y aspectos metodológicos de la investigación, entre otros. Se espera que estos elementos, permitan a los maestros en formación, orientar sus trabajos de investigación, desde la lectura de los contextos institucionales y fortaleciendo sus análisis desde asuntos teóricos y coherentes con los problemas identificados.

En este primer espacio de conceptualización, se esperaba que los maestros en formación tuvieran una aproximación a la estrategia seleccionada y realizaran ejercicios de acercamiento a los fenómenos de estudio, desde el levantamiento de un estado de la cuestión, hasta la formulación de un problema de investigación y unos objetivos. Uno de los principales productos en este sentido, fue además de la conformación de grupos de trabajo, la elaboración de un diseño inicial de proyecto, orientado por las características de un proyecto propuestas por el Buck Institute for Educación (BIE), guiado por el Parque Explora y consolidado en el Seminario.

#### ***Rúbrica de trabajo***

Para la elaboración del trabajo de grado, se utilizó como ruta de calidad una rúbrica que incluye los elementos descritos en la figura 34 y que se encuentra de forma completo en el Anexo F, la cual es propuesta desde el programa de formación para la valoración externa por parte de pares académicos y que utilizamos como referente de escritura.



**Figura 34.** Rúbrica para la elaboración del trabajo de grado

### 8.5.2. Práctica Pedagógica II

El espacio denominado Práctica Pedagógica II tiene como propósito principal aportar a los maestros en formación de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, herramientas teórico-prácticas que apoyen componentes relacionados con la docencia, la investigación y asuntos pedagógico-didácticos. De forma complementaria al primer espacio de formación, en este curso se pretende acercar aún más a los maestros a los contextos educativos (Educación básica primaria y secundaria), además, se requiere llevar a estos escenarios instrumentos que permitan recolectar la información necesaria para el análisis de los proyectos de investigación que fueron formulados durante la práctica pedagógica I.

Para lograr lo anterior, y teniendo en cuenta el perfil cualitativo de los trabajos de investigación formulados, se potencia desde el seminario el acercamiento al estudio de caso como metodología de investigación. Así mismo desde la línea específica de ABPy, y la articulación con la teoría de aprendizaje significativo crítico, se diseñarán instrumentos para indagar las ideas previas de los estudiantes en relación con diferentes conceptos científicos, para así diseñar y aplicar proyectos coherentes con lo encontrado en este primer diagnóstico.

Adicionalmente, se pretende que los maestros puedan establecer una relación más cercana con las instituciones educativas que propicien la comprensión de conceptos científicos en los estudiantes y que aporten información para el fortalecimiento de los planes de área. Además, que entiendan la importancia del trabajo por proyectos, como una alternativa para acercar a los estudiantes a las problemáticas propias de sus contextos escolares.

Desde este punto de vista, se continuará con la revisión de literatura y construcción del estado de la cuestión, tomando en cuenta documentos normativos (plan de área de ciencias naturales, DBA, entre otros), los relacionados con el campo temático de ABPy y materiales sobre investigación (selección de técnicas e instrumentos para recoger información). Se espera que estos elementos, permitan a los maestros en formación, orientar sus trabajos de investigación, desde la lectura de los contextos institucionales y fortaleciendo sus análisis desde asuntos teóricos y coherentes con los problemas identificados.

Además, en este nivel y gracias al acercamiento con las diferentes realidades educativas, se lograron realizar las adaptaciones necesarias para iniciar el proceso de implementación del proyecto, el cual incluyó la aplicación de diferentes instrumentos para la recolección de la información (instrumento de indagación de ideas previas, entrevistas, cuestionarios, entre otros). Y, en el último nivel, el análisis de los datos y la elaboración del informe final exigieron a cada maestro en formación dedicación en la escritura y la necesidad de triangular los componentes teóricos para ganar en rigurosidad y coherencia conceptual.

### **8.5.3. Trabajo de Grado.**

Durante el tercer semestre los maestros en formación no asisten a los Centros de práctica y centran la atención en la redacción del informe final de su Trabajo de Grado. Bajo esta perspectiva, se hizo énfasis en la aplicación de los proyectos y la recolección de la información.

Según el Reglamento Práctica Pedagógica, 2012, Artículo 17, el Trabajo de Grado constituye “la producción académica por excelencia del proceso de formación del estudiante, en el que se conjugan sus conocimientos y sus habilidades de investigación en educación o en pedagogía, que llevan al estudiante a generar transformaciones, a proponer soluciones a problemas, o a aportar al desarrollo de su campo de conocimiento”

En el Trabajo de Grado se busca que los maestros en formación puedan articular lo aprendido para analizar las vivencias de la práctica pedagógica, y especialmente, interpretar y analizar los resultados de su proyecto, de tal forma que puedan culminar su formación investigativa. Desde el punto de vista de la práctica, los estudiantes requieren entender que es posible transformar prácticas de enseñanza habituales, siempre y cuando éstas, sean sometidas constantemente a la reflexión docente a partir de diferentes referentes teóricos y metodológicos.

Con base en lo anterior, el conocimiento didáctico del profesor y su interés por abordar un proceso de investigación, son determinantes para generar sus interrogantes y profundizar a partir de su propia práctica. Además, el ejercicio constante de lectura y escritura y el desarrollo de la capacidad de interpretar los resultados de la práctica docente van de la

mano con la línea de trabajo Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy). En este sentido, se hace necesaria la culminación de los trabajos de grado iniciados en las prácticas pedagógicas I y II.

## 8.6. Diseño y ejecución de proyectos

En este apartado se presentan los proyectos diseñados y aplicados, por cada uno de los grupos de trabajo conformados (cuatro en total), además los recursos y las estrategias de socialización definidas.

### 8.6.1. Proyectos formulados, recursos y socialización.

Durante el proceso de observación y levantamiento del diagnóstico en cada Institución Educativa, los maestros elaboraron proyectos con base en sus intereses particulares y las necesidades identificadas en dicho rastreo. La elaboración tomó como base las características propuestas por el BIE. En este sentido, en la tabla 76 se presentan los elementos considerados y algunas preguntas orientadoras utilizadas para la formulación de los proyectos.

**Tabla 76.** Preguntas que orientan el diseño de los proyectos.

Investigación continua		Voz y voto del estudiante
¿Qué fuentes de investigación serán consideradas? ¿Cómo sistematizar y usar la información? ¿Cómo vincular las TIC a las tareas del proyecto? ¿Qué lugares, expertos y materiales serán considerados en el proyecto?		¿Cómo se van a organizar los grupos de trabajo? ¿Qué decisiones podrán tomar los estudiantes? ¿Cuáles serán los roles de los participantes?
Reflexión	Pregunta orientadora	Conexión con el mundo real
¿Qué espacios o momentos se van a propiciar para la reflexión y toma de decisiones?	¿Qué queremos investigar? ¿Qué reto queremos proponer? ¿Qué problema queremos solucionar?	¿Qué personas deben implicarse en el proyecto? ¿Qué problemas del contexto se pretenden trabajar? ¿Qué lugares, expertos y materiales se podrían relacionar con los propósitos del proyecto?
Crítica y Revisión	Conocimientos y habilidades	Producto para un público
¿Cuáles estrategias de evaluación se van a considerar? ¿Qué insumos se van a utilizar para realizar seguimiento?	¿Qué conocimientos y habilidades se desean potenciar? ¿Cuáles contenidos se van a privilegiar durante el proyecto?	¿Cuáles serán las estrategias de socialización? ¿Qué tipo de productos se podrían esperar?

Fuente: Elaboración propia

Posterior al trabajo de análisis de cada uno de los componentes presentados anteriormente, en la tabla 77, se relacionan los Trabajos de Grado emergentes, su objetivo general, producto esperado, número de estudiantes impactados y nivel formativo. Aunque se puede apreciar la diversidad en las temáticas, todos los trabajos parten del diseño de un proyecto y se fundamentan en la teoría del Aprendizaje Significativo. Es importante mencionar, que cada uno de los proyectos aplicados contó con la participación de otras áreas de conocimiento. En este orden de ideas, el trabajo desde las áreas de artística, tecnología, lengua castellana y ética, jugaron un papel determinante durante las fases de diseño y ejecución.

**Tabla 77.** Trabajos de Grado en la línea ABPy

<b>Trabajo de grado</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Producto</b>	<b>Número de estudiantes</b>	<b>Grado e Institución Educativa</b>
La cartografía ambiental enfocada en la estrategia aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza del concepto ecosistema, una mirada hacia lo sustentable.	Analizar la potencialidad de un proyecto enfocado en la cartografía ambiental para el aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto ecosistema.	Cartografía	35 estudiantes de grado séptimo	Séptimo La Huerta
Proyecto genética, una posibilidad para comprender ¿quiénes somos? y ¿de dónde venimos?	Analizar el aprendizaje que tienen los estudiantes sobre la genética al aplicar un proyecto que incorpora asuntos bioéticos.	Sitio Web	36 estudiantes de grado noveno	Noveno Alfonso Upegui Orozco
Aprendizaje Basado en Proyectos: Una estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje de los efectos ocasionados por los microorganismos en la salud.	Analizar las evidencias de aprendizaje de los estudiantes sobre los efectos ocasionados por los microorganismos en la salud a partir de la aplicación de un proyecto.	Revista digital	40 estudiantes de grado cuarto	Cuarto Sol de Oriente
Aprendizaje basado en proyectos: estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje significativo crítico de la primera ley de la termodinámica	Analizar el aprendizaje que logran los estudiantes de grado octavo sobre la primera ley de la termodinámica a través de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)		90 estudiantes de grado octavo	Octavo Alfonso Upegui

Los trabajos elaborados se realizaron en parejas. Además, como se puede apreciar en la tabla 77, los conceptos ecosistema, genética, microorganismos y primera ley de la termodinámica, aparecen como protagonistas en cada uno de los proyectos. Adicionalmente, cada grupo se puso como reto, evidenciar algunos de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) propuesto por Moreira (2015), asunto que se discute de manera particular en cada trabajo en la fase de análisis e interpretación de la información.

Respecto a la obtención de recursos, elemento resaltado como un asunto que podría generar tensión a la hora de aplicar los proyectos, las cuatro propuestas fueron presentadas a una convocatoria pública de la Facultad de Educación, puntualmente, al Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP). Como resultado se obtuvo la aprobación de los proyectos relacionados con los microorganismos y ecosistemas y contaron con los recursos económicos para la implementación. Los otros dos proyectos, recibieron apoyo de la Institución Educativa.

Por otro lado, uno de los retos propuestos al inicio del seminario, se relacionó con la participación en eventos académicos. Para ello, se enviaron cuatro ponencias orales al IV Congreso Internacional de Investigación Educativa, desarrollado en la ciudad de Chihuahua, México. Tras recibir la aprobación de los artículos, se presentaron los trabajos de manera satisfactoria.

## **8.7. Resultados y análisis**

En este apartado, se presentan algunos de los resultados obtenidos en los proyectos aplicados y se selecciona, a modo de ejemplo, un apartado específico que tiene relación con los elementos generales tenidos en cuenta para el diseño del proyecto. Posteriormente, se presentan algunos apartados del análisis de la información realizado por cada grupo de maestros. Y, finalmente, se expresan algunas consideraciones del Trabajo Grado y su relación con la tesis presentada. Para la presentación de cada trabajo de grado, se utiliza el nombre del proyecto aplicado en el aula, ya que el título del trabajo completo fue expuesto previamente.

### **8.7.1. Proyecto 1: Explorando el universo microscópico en Sol de Oriente**

Este trabajo nace como una oportunidad para acercar a los estudiantes de la básica primaria de la Institución Educativa Sol de Oriente, de la ciudad de Medellín a reconocer la importancia de los microorganismos como agentes que inciden en su salud. Para conseguir este objetivo, los maestros en formación trabajaron con 35 estudiantes, de los cuales seleccionaron 3 estudiantes como Casos de análisis, mediante el método Estudio de Caso, a

través del cual se realizaron descripciones detalladas sobre lo acontecido durante la aplicación del proyecto “Explorando el universo microscópico en Sol de Oriente”.

En la Tabla 78, se presentan algunas de las situaciones definidas para la ejecución de este proyecto, el cual contó con la participación de las áreas de Tecnología, Ciencias Naturales y Artística.

**Tabla 78.** Características del proyecto “Explorando el universo microscópico en Sol de Oriente”

Diseño de proyecto ABP: Características		
<b>Investigación continua</b>	<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Voz y voto de estudiantes</b>
Los alumnos indagan en diferentes fuentes de información sobre los conceptos asociados a la genética en grado noveno (ADN y el Genoma humano, replicación, transcripción y traducción del DNA, Estructura del RNA, Código genético, Características de las proteínas, Mutaciones, Terapia génica). Este proceso no debe confundirse con una consulta de información, ya que los alumnos deberán seleccionar información pertinente y que les ayude en la resolución de la pregunta orientadora.	¿Cómo diseñar un sitio Web para evidenciar y divulgar información de la Gen-ética y su importancia en la sociedad?	Para dar voz y voto a los alumnos, estos tendrán la oportunidad de:  -Construir un cronograma de trabajo -Participar en la construcción conjunta de rúbricas de evaluación y de actividades específicas sugeridas por los docentes participantes. -Seleccionar un grupo de trabajo y roles.
<b>Reflexión</b>	<b>Conocimientos y habilidades</b>	<b>Conexión con el mundo real</b>
Los alumnos realizarán de manera individual un portafolio en el cual deberán registrar sus avances durante el desarrollo del proyecto, sus dificultades, aciertos y aspectos a mejorar.	De acuerdo con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del grado 9, específicamente el número 5, se pretende que el alumno pueda explicar la forma como se expresa la información genética contenida en el ADN, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y evolución de las especies. Se pretende potenciar en los alumnos	1-Invitar a un experto externo a dictar una charla sobre las últimas investigaciones sobre ADN, herencia y repercusiones que trae las modificaciones genéticas. 2-Relacionar la genética con la bioética algunas de las investigaciones sobre terapia génica, genoma humano y otras que permitan al estudiante reconocer que esta temática es objeto de estudio a nivel mundial.
<b>Crítica y revisión</b>		<b>Producto para un público</b>
Asesorías grupales donde se muestren los avances en el producto final, además de la apropiación del conocimiento. De igual manera, se realiza una retroalimentación desde la autoevaluación, la coevaluación y la hetero-evaluación.	Competencias del siglo XXI: si bien se desarrollan varias habilidades como la Creatividad y la innovación o el trabajo en grupo. Atendiendo a los objetivos de la investigación se hace énfasis en la habilidad del Manejo de la información.	Sitio web, que permita evidenciar, socializar y difundir la comprensión de los conocimientos adquiridos a la comunidad.
<b>Título del Proyecto</b>	<b>GEN-ÉTICA</b>	

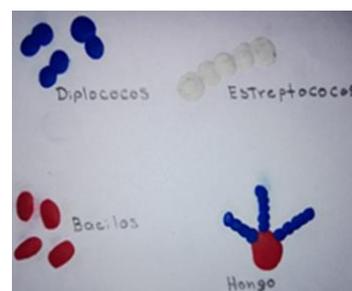
Fuente: Trabajo de Grado de Maestras en formación.

Desde esta investigación se analizaron tres elementos, las concepciones previas de los estudiantes, el trabajo práctico en microbiología y la construcción de preguntas y explicaciones científicas.

Algunos de los resultados del proceso de investigación seguido en este trabajo mostraron evidencias de aprendizaje significativo, lo cual se pudo constatar al revisar las ideas iniciales de los estudiantes y compararlas con la información aportada en un cuestionario final, en las bitácoras desarrolladas y durante el proceso de socialización. Un ejemplo de esta afirmación estuvo en la elaboración inicial y final de representaciones sobre los microorganismos (ver figuras 35 y 36)



**Figura 35** Instrumento inicial (microorganismos, E1)  
Fuente: Maestras en formación.



**Figura 36** Instrumento final (microorganismos, E1).  
Fuente: Maestras en formación.

Entre las conclusiones de este trabajo, las maestras mencionan que los estudiantes comenzaron a reconocer que los microorganismos están presentes en diversos objetos, debido a la observación en medios de cultivo y los alimentos, lo que derivó con la ayuda de procesos experimentales, en la elaboración de representaciones más cercanas al campo microscópico.

### **Evaluación externa y estrategias de socialización**

La evaluación externa de este trabajo además de ser positiva en todos los criterios definidos para la rúbrica presentada previamente contó con la aprobación sin correcciones del trabajo, además, el par académico incluye al final del documento la cita:

*“Felicitaciones a las estudiantes y asesores por la entrega, dedicación y esfuerzo para la realización de este trabajo. Es un buen trabajo como acercamiento a la práctica investigativa en estudiantes noveles”*

Este trabajo además fue financiado por el CIEP, los estudiantes de la Institución Educativa Sol de Oriente presentaron los resultados del trabajo en la Feria de la Ciencia del Parque Explora y, los maestros en formación presentaron avances de su trabajo de grado en dos congresos: VI Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología, en la ciudad de Tunja, Boyacá, Colombia con la ponencia titulada “Aprendizaje Significativo sobre los microorganismos y su relación con la salud mediante la estrategia pedagógica ABPy” y el IV Congreso Internacional de Investigación Educativa, en Chihuahua,

México con el trabajo titulado “Aprendizaje Basado en Proyectos: una estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje de los efectos ocasionados por los microorganismos en la salud”

### **Relación con esta tesis**

Además del referente metodológico basado en proyectos, este trabajo en particular realiza un análisis del principio de la interacción social y del cuestionamiento, utilizando este principio de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico como referente de reflexión. Enseñar preguntas en vez de respuestas como una evidencia de aprendizaje fue un elemento característico de este proyecto. En cuanto a la formulación de preguntas, los estudiantes realizaron durante las diez semanas de aplicación de este proyecto, una bitácora que dio cuenta de su formulación y posteriormente fueron analizadas según los criterios propuestos por López, Veít, y Solano (2014).

### **8.7.2. Proyecto 2: Cartografía escolar, un ambiente por explorar**

Esta investigación se llevó a cabo en la Institución educativa La Huerta, ubicada en el Noroccidente de la ciudad de Medellín en el barrio Mirador de la Huerta, corregimiento de San Cristóbal. Se eligió el grado séptimo, un grupo con 35 estudiantes con edades entre los 11 y 14 años. De los cuales se eligen 7 como Casos de análisis.

En la Tabla 79, se presentan algunas de las situaciones definidas para la ejecución de este proyecto, el cual contó con la participación de las áreas de Tecnología, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Artística.

**Tabla 79.** Características del proyecto “Cartografía escolar, un ambiente por explorar”

<p><b>Pregunta Orientadora.</b></p> <p>¿Cómo a partir de la construcción de una cartografía ambiental se permite identificar las interacciones del ecosistema y la relación del ser humano como parte del mismo en la Institución Educativa la Huerta?</p>	<p><b>Voz y voto de los estudiantes.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concepciones alternativas, preguntas orientadoras, nube de palabras y lluvia de ideas.</li> <li>2. Establecer parámetros de evaluación, a través de la Rúbrica.</li> <li>3. Elección de la temática que desean abordar Micro ecosistemas terrestres - Micro ecosistemas acuáticos</li> </ol>	
<p><b>Conexión con el mundo real.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La fase de exploración: Donde se realizarán rutas dentro y fuera de la institución educativa</li> <li>2. La realización de la cartografía temática ambiental donde podrán plasmar el reconocimiento del ámbito escolar.</li> <li>3. Intervención de expertos que puedan aportar desde los distintos temas.</li> </ol>	<p><b>Investigación continua.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de la problemática</li> <li>2. Búsqueda: En revistas, libros, artículos, la Web.</li> <li>3. Recolección de datos por medio de paquetes de materiales creativos (vídeo, fotografía, dibujo, narrativas y entrevistas, encuestas, observaciones) que se harán en conjunto con la comunidad.</li> </ol>	
<p><b>Reflexión.</b></p> <p>Bitácora para el registro de la información, autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación como oportunidad de reflexión sobre el proceso realizado.</p>	<p><b>Conocimientos y habilidades.</b></p> <p>Se pretende que haya una transversalidad con varias áreas del conocimiento, trabajado desde los DBA para el grado 7° Desde las Ciencias naturales, el DBA 4 Desde las Ciencias sociales, a partir del DBA 2</p>	<p><b>Producto final:</b></p> <p>Cartografía ambiental compuesta de las diversas temáticas escogidas por los estudiantes, en forma de mapeo digital.</p>
<p><b>Crítica y revisión.</b></p> <p>Cada sesión los estudiantes deberán llevar sus avances, recolección de datos, fotografías. Se realizará una bitácora donde ellos llevará registro de la información encontrada.</p>	<p>Además desde las Tecnologías y la Artística</p> <p>Se busca también desarrollar habilidades del siglo XX tales como Trabajo en equipo, pensamiento crítico y creatividad e innovación.</p>	<p><b>Título del proyecto:</b></p> <p><b>Cartografía escolar, un ambiente por explorar.</b></p>

Fuente: Trabajo de grado Maestras en formación.

Desde esta investigación se analizaron tres elementos, las concepciones previas de los estudiantes, los avances en la comprensión del concepto ecosistema y la cartografía ambiental como apoyo para el trabajo

Algunos de los resultados del proceso de investigación seguido en este trabajo mostraron evidencias de aprendizaje significativo, para lograrlo, las estudiantes, utilizaron la cartografía (ver figura 37) para generar algunas rutas de acceso a la institución y generar preguntas relacionadas con los ecosistemas.



**Figura 37.** Rutas que dirigen al Occidente de Medellín. Extraído de *Google Earth* Elaborado por las maestras investigadoras

Algunos de los resultados obtenidos, muestran como *los estudiantes identifican lo biótico (plantas y animales) como elementos vivos en un ecosistema urbano e incluso mencionan al ser humano como parte del él.* Además, *en relación con las problemáticas ambientales, se encontraron respuestas relacionadas con la contaminación atmosférica, la tala de árboles y la quema de pólvora.*

Entre las conclusiones de este trabajo, las maestras mencionan que los estudiantes comenzaron a reconocer los elementos de un ecosistema; sin embargo, presentaron una escasa comprensión en cuanto a las interacciones de los factores bióticos y abióticos al interior de ellos.

### **Evaluación externa y estrategias de socialización**

La evaluación externa de este trabajo fue positiva en la mayoría de los criterios definidos para la rúbrica presentada previamente y contó con la aprobación con correcciones del trabajo, además, el par académico incluye al final del documento la cita:

*“Se manifiesta un trabajo riguroso en la práctica docente, lo que potencializa los instrumentos de aplicación.”*

Este trabajo además fue financiado por el CIEP y participó como estrategia de socialización en el IV Congreso Internacional de Investigación Educativa, en Chihuahua, México con el trabajo titulado “El uso del mapa como estrategia para identificar concepciones alternativas sobre el concepto Ecosistema”

### **Relación con esta tesis**

Además del referente metodológico basado en proyectos, este trabajo pone énfasis principalmente en el principio del *aprendiz como perceptor/representador.* Aunque no se

hace un análisis a profundidad de este principio, en definitiva, lo que los estudiantes construyeron como producto final del proyecto, se constituye en una evidencia respecto a la forma como perciben y representan el ecosistema escolar de su institución educativa (ver figura 38).



Figura 38. Producto final

### 8.7.3. Proyecto 3: Proyecto “Gen-Ética”

En este trabajo se presentan asuntos teóricos, metodológicos y los resultados obtenidos al aplicar un proyecto denominado “Gen-Ética”, una posibilidad para comprender “¿quiénes somos? y ¿de dónde venimos?”, en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco en el corregimiento de San Cristóbal de la ciudad de Medellín. Tuvo como objetivo analizar el aprendizaje que tienen los estudiantes sobre la genética al ejecutar un proyecto que incorpora asuntos bioéticos. La investigación se realizó con 36 estudiantes (18 mujeres y 18 hombres) del grado noveno (9°), con edades entre los 14 y 17 años. Para el análisis, se tomaron 4 Casos.

En la Tabla 80, se presentan algunas de las situaciones definidas para la ejecución de este proyecto, el cual contó con la participación de las áreas de Tecnología, Ciencias Naturales y Ética.

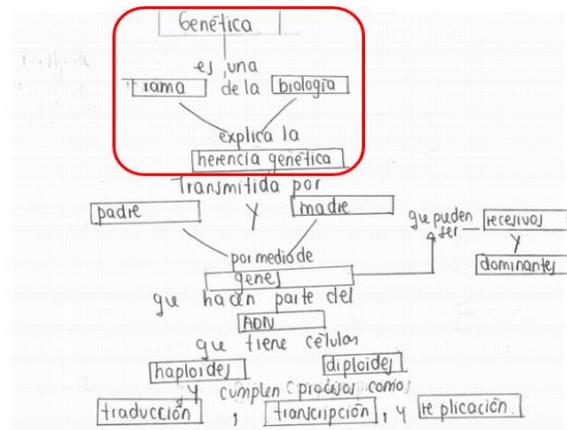
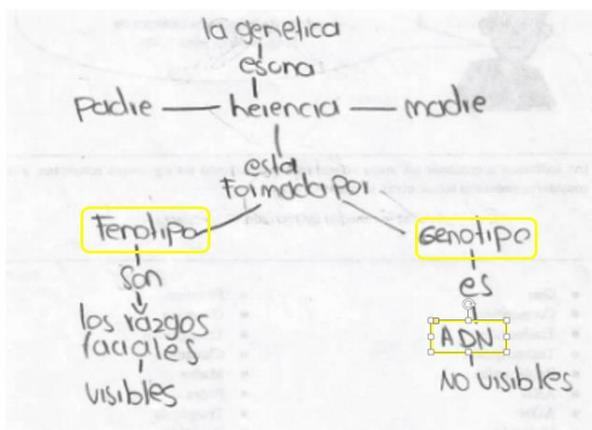
**Tabla 80.** Características del proyecto “Proyecto Gen-Ética”

<b>Diseño de proyecto ABP: Características</b>		
<b>Investigación continua</b>	<b>Pregunta orientadora</b>	<b>Voz y voto de estudiantes</b>
<p>Los alumnos indagan en diferentes fuentes de información sobre los conceptos asociados a la genética en grado noveno (ADN y el Genoma humano, replicación, transcripción y traducción del DNA, Estructura del RNA, Código genético, Características de las proteínas, Mutaciones, Terapia génica).</p> <p>Este proceso no debe confundirse con una consulta de información, ya que los alumnos deberán seleccionar información pertinente y que les ayude en la resolución de la pregunta orientadora.</p>	<p>¿Cómo diseñar un sitio Web para evidenciar y divulgar información de la Gen-ética y su importancia en la sociedad?</p>	<p>Para dar voz y voto a los alumnos, estos tendrán la oportunidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Construir un cronograma de trabajo</li> <li>-Participar en la construcción conjunta de rúbricas de evaluación y de actividades específicas sugeridas por los docentes participantes.</li> <li>-Seleccionar un grupo de trabajo y roles.</li> </ul>
<b>Reflexión</b>	<b>Conocimientos y habilidades</b>	<b>Conexión con el mundo real</b>
<p>Los alumnos realizarán de manera individual un portafolio en el cual deberán registrar sus avances durante el desarrollo del proyecto, sus dificultades, aciertos y aspectos a mejorar.</p>	<p>De acuerdo con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del grado 9, específicamente el número 5, se pretende que el alumno pueda explicar la forma como se expresa la información genética contenida en el ADN, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y evolución de las especies. Se pretende potenciar en los alumnos</p> <p>Competencias del siglo XXI: si bien se desarrollan varias habilidades como la Creatividad y la innovación o el trabajo en grupo. Atendiendo a los objetivos de la investigación se hace énfasis en la habilidad del Manejo de la información.</p>	<p>1-Invitar a un experto externo a dictar una charla sobre las últimas investigaciones sobre ADN, herencia y repercusiones que trae las modificaciones genéticas.</p> <p>2-Relacionar la genética con la bioética algunas de las investigaciones sobre terapia génica, genoma humano y otras que permitan al estudiante reconocer que esta temática es objeto de estudio a nivel mundial.</p>
<b>Crítica y revisión</b>		<b>Producto para un público</b>
<p>Asesorías grupales donde se muestren los avances en el producto final, además de la apropiación del conocimiento. De igual manera, se realiza una retroalimentación desde la autoevaluación, la coevaluación y la hetero-evaluación.</p>		<p>Sitio web, que permita evidenciar, socializar y difundir la comprensión de los conocimientos adquiridos a la comunidad.</p>
<b>Título del Proyecto</b>	<b>GEN-ÉTICA</b>	

Fuente: Trabajo de grado Maestros en formación.

Desde esta investigación se analizaron tres elementos, la definición del concepto genética, conceptos asociados a este concepto (herencia, ADN, gen, alelo, genotipo, fenotipo) y asuntos relacionados con la bioética.

Algunos de los resultados obtenidos, muestran a través del uso de mapas conceptuales, cómo los estudiantes ampliaron las relaciones conceptuales sobre el concepto “Genética”. En las gráficas 26 y 27 se muestran algunos mapas elaborados por el grupo del Caso I.



**Gráfica 26 y 27.** Relaciones conceptuales alrededor del concepto “Genética” Caso 1

Entre las conclusiones de este trabajo, los maestros mencionan con respecto a los estudiantes una mejora en las relaciones conceptuales que establecieron sobre la genética.

### **Evaluación externa y estrategias de socialización**

La evaluación externa de este trabajo fue positiva en la mayoría de los criterios definidos en la rúbrica presentada, y previamente contó con la aprobación con correcciones del trabajo. Además, el par académico incluye al final del documento la cita:

*“El intento de relacionar asuntos de orden científico con asuntos éticos es de gran valor para la formación científica y ciudadana de las actuales y futuras generaciones. La propuesta de enseñanza representa un aporte de gran relevancia para la comunidad académica y claramente podría ser llevada a otros contextos escolares”*

Este grupo presentó avances de su trabajo de grado en el IV Congreso Internacional de Investigación Educativa, en Chihuahua, México con el trabajo titulado “La Bioética como alternativa para el aprendizaje significativo de la genética.”

### **Relación con esta tesis**

Además del referente metodológico basado en proyectos, este trabajo realiza un enlace bastante interesante entre la Genética y la Bioética, mostrando las oportunidades que ofrece el ABPy en términos del dialogo de saberes que se puede establecer en una investigación que involucra este referente metodológico.

### 8.7.4 Proyecto 4: Ecodomésticos protectores del planeta

Este proyecto se llevó a cabo en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicada en el corregimiento de San Cristóbal (comuna 60), vereda Pajarito del municipio de Medellín, en el departamento de Antioquia. La intervención se realizó con 87 estudiantes del grado octavo, cuyas edades oscilaban entre los 14 y 15 años. Se utiliza el calentamiento global como una “excusa” para abordar la primera ley de la termodinámica a través de un proyecto denominado “Ecodomésticos protectores del planeta”

**Tabla 81.** Características del proyecto “Ecodomésticos protectores del planeta”

Diseño de proyecto ABP: Características		
Pregunta orientadora	Producto final	Conexión con el mundo real
¿cómo diseño y explico un ecodoméstico para el servicio de mi comunidad?	Los estudiantes diseñarán y construirán un ecodoméstico que funcione sin energía eléctrica.	Cada estudiante realizará el cálculo del consumo de energía eléctrica de los electrodomésticos de su hogar y en su grupo de trabajo.
Habilidades y conocimientos	Investigación continua	Voz y voto de los
Comprender el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustibles, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley)  <b>Competencias del siglo XXI</b> Creatividad e innovación	Entrevistas a familias de su comunidad para identificar usos y necesidades de electrodomésticos.  Investigación para el diseño y la construcción de un ecodoméstico funcional que no requiera electricidad. Comparación de ecodomésticos diseñados vs electrodomésticos convencionales desde el punto de vista de ahorro de energía y transferencia de energía.	Los estudiantes tendrán la autonomía para escoger los grupos de trabajo y para elegir el ecodoméstico propuesto como producto final, entre los que están: horno solar, nevera ecológica, calentador de agua, etc.  Tendrán libertad para el diseño técnico y estético de su ecodoméstico.
Crítica y revisión		Reflexión
Los estudiantes construirán con las docentes una rúbrica del proceso y del producto final que será la guía para las sesiones de auto evaluación y de crítica constructiva entre ellos. El producto final será el resultado de un proceso que implicará por lo menos dos prototipos previos.		Cada grupo elaborará una bitácora donde darán cuenta de algunas actividades planteadas en el cronograma, además de las reflexiones que se suscitan de ellas.
Título del Proyecto	<b>Ecodomésticos protectores del planeta.</b>	

Fuente: Trabajo de Grado de Maestras en formación.

En la Tabla 81, se presentan algunas de las situaciones definidas para la ejecución de este proyecto, el cual contó con la participación de las áreas de Tecnología, Ciencias Naturales y Artística.

Desde esta investigación se analizaron las evidencias de aprendizaje sobre la primera ley de la termodinámica en el marco del proyecto y el reconocimiento de los estudiantes acerca de las relaciones que plantean sobre esta ley y el calentamiento global.

Algunos de los resultados del proceso de investigación seguido en este trabajo mostraron cómo en los cinco Casos analizados, según las maestras, *lograran establecer, desde su contexto, una manera diferente de comprender su definición y hacer uso de un lenguaje más técnico para explicar los fenómenos.*

Entre las conclusiones de este trabajo, las maestras mencionan que los estudiantes comenzaron a reconocer las relaciones existentes entre la termodinámica y el calentamiento global.

### **Evaluación externa y estrategias de socialización**

La evaluación externa de este trabajo, además de ser positiva en la mayoría de los criterios definidos para la rúbrica presentada, previamente contó con la aprobación con correcciones del trabajo. Además, el par académico incluye al final del documento la cita:

*“El trabajo de grado devela la intención de las investigadoras por atender al fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de estrategias que fomentan una mirada particular de la ciencia, entendida como una construcción social. Las actividades de intervención son apropiadas y coherentes para la consecución de los objetivos, se resalta la clara redacción y la coherencia interna.”*

Este trabajo además fue presentado en el IV Congreso Internacional de Investigación Educativa, en Chihuahua, México con el trabajo titulado “Concepciones iniciales sobre la Primera Ley De La Termodinámica a través de la implementación de un proyecto”

### **Relación con esta tesis**

Además del referente metodológico basado en proyectos, este trabajo utiliza el producto final como un insumo fundamental para el trabajo alrededor de la primera ley de la termodinámica; aunque todos los proyectos presentan un producto final, éste en particular logra ser el eje central de toda la propuesta y a través de él se generan las estrategias necesarias para el alcance de los objetivos. En las imágenes 38 y 39, se presentan algunos de los productos finales elaborados.



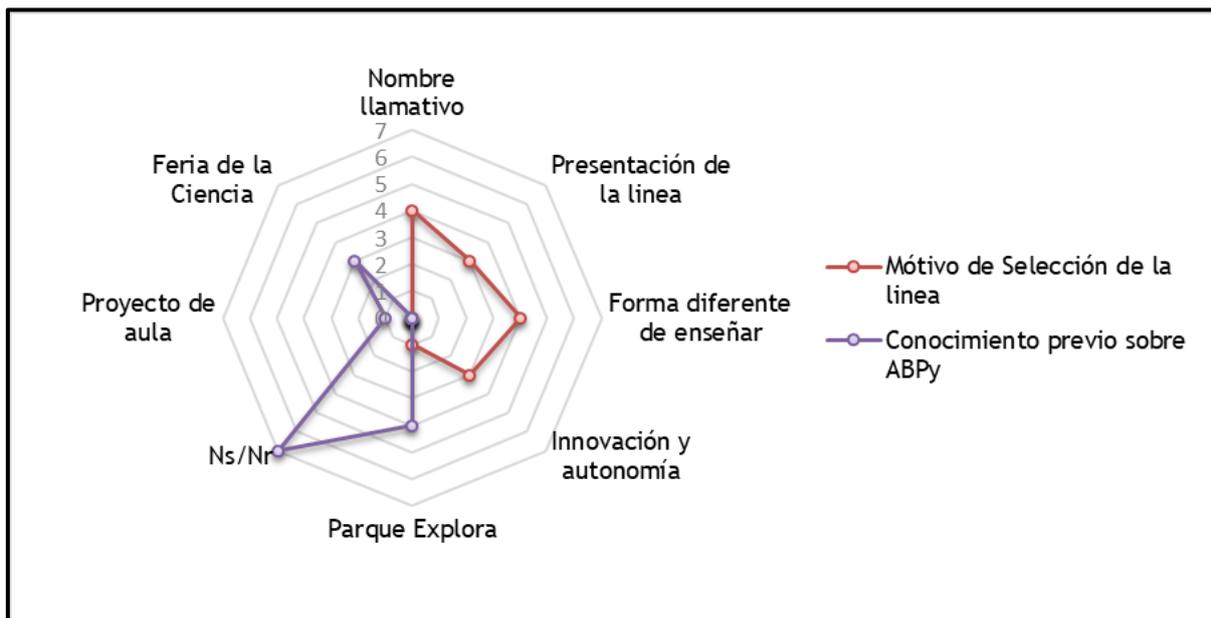
**Figura 39 y 40.** Socialización ecodomésticos protectores del planeta

## 8.8. Percepción de los participantes

Se consideró que conocer la percepción de los participantes sobre el trabajo realizado durante estos tres semestres, fue fundamental para mejorar la propuesta y para poder ofertarla a otros docentes en formación. Para ello se aplicó un instrumento con 13 preguntas que fueron agrupadas en cuatro categorías.

Sobre la primera categoría “conocimiento previo y motivo de selección del ABPy” se preguntó a los maestros en formación, en primer lugar, sobre el principal motivo de inscripción en la línea, mencionando que les gustó la presentación en la fase de socialización ya que mencionaban que las estrategias que habían estudiado en otros espacios de formación no satisfacían sus expectativas frente a la generación de propuestas creativas e innovadoras. Y, en segundo lugar, respecto al conocimiento previo de la estrategia, era prácticamente nulo, salvo algunas relaciones establecidas con las Ferias de Ciencias o el Parque Explora. Los resultados se presentan en la figura 41.

En la segunda categoría “Estrategia pedagógica ABPy” se formularon las siguientes preguntas, que debían justificar: ¿cree usted que el ABPy fue importante para su formación profesional?, ¿fue difícil seleccionar y formular su proyecto de investigación?, ¿el tiempo estipulado para el desarrollo y aplicación del proyecto fue suficiente?, ¿considera que los materiales, equipos de laboratorios y demás recursos necesarios para el desarrollo del proyecto fueron suficientes y necesarios? Los resultados fueron categorizados utilizando Atlas.Ti, ya que, al tratarse de preguntas abiertas, se cree que es una forma rigurosa y ordenada de presentar las categorías emergentes.

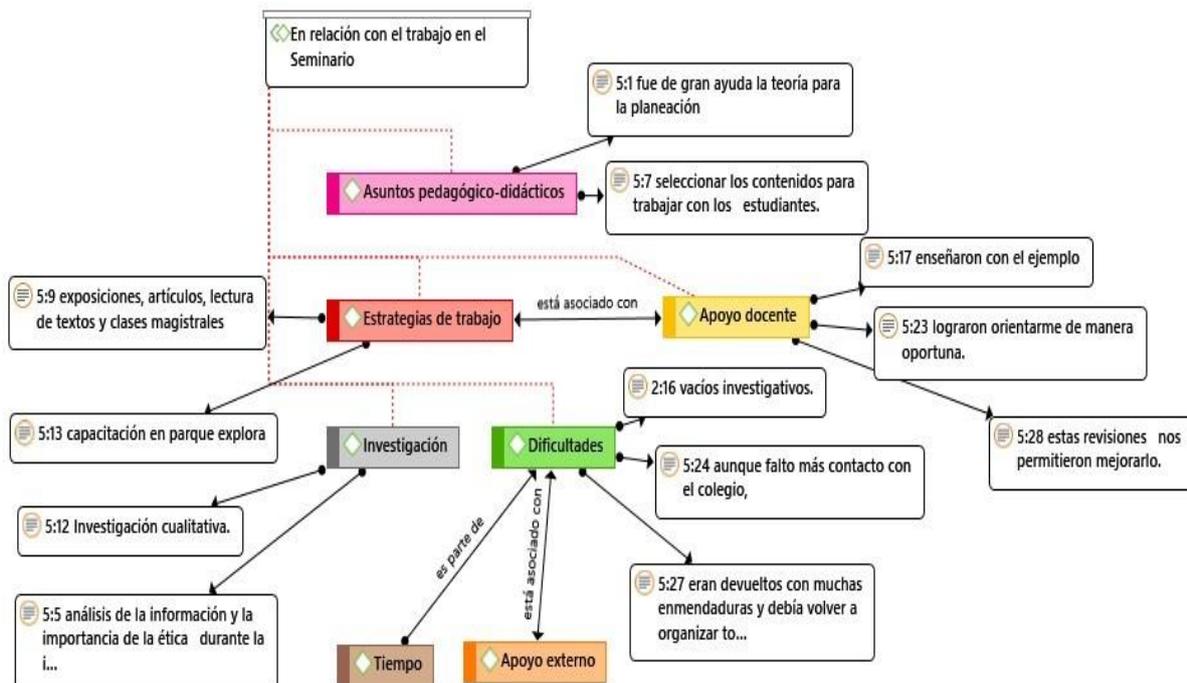


**Figura 41.** Respuesta a las preguntas relacionadas con el motivo de selección de la línea y el conocimiento previo sobre ABPy.



proyecto, si fue adecuada la forma de realizar el proyecto y si estuvieron conformes con la manera como se plantearon las entregas (avances) del proyecto. En la figura 43 se presentan los principales resultados. Los estudiantes reconocen en términos generales la importancia del seminario para el diseño de sus proyectos, resaltando el apoyo recibido de los docentes de distintas disciplinas y su capacitación investigativa; pero reclamaron un mayor contacto con las instituciones educativas, ya que, durante el primer semestre, solo asistieron al Parque Explora y consideraron necesario conocer mucho más el contexto de aplicación como una oportunidad para fortalecer los proyectos. Además, hacen alusión a la cantidad de vacíos conceptuales y específicamente sobre metodología de investigación, lo que consideraron un obstáculo en términos de tiempo dedicado a la lectura sobre este tema.

En la cuarta categoría, “Satisfacción con el APBy”, se preguntó a los alumnos sobre si esta estrategia satisface sus expectativas como maestros en formación, al compararla con otros métodos tradicionales, y sobre la orientación dada por los docentes. Algunas frases utilizadas por los futuros docentes para referirse a su nivel de satisfacción con la ABPy, fueron: “muestra al maestro como un guía y fortalece las relaciones dentro del aula”, permite la interdisciplinariedad”, “la evaluación no se ha convertido en un momento frustrante”, “permite que los estudiantes apliquen lo que han aprendido,” “se tiene en cuenta el contexto”, “otorga autonomía”, “el hecho de que el estudiante tenga voz y voto cambia totalmente la dinámica del trabajo”. Uno de los elementos que más valoraron fue comprobar que, a pesar de las dificultades tenidas durante el desarrollo del proyecto, lograron aplicar y materializar lo aprendido.



**Figura 43.** Respuestas asociadas al trabajo en el seminario utilizando el Software ATLAS.Ti

Finalmente, se les preguntó sobre los elementos que consideran necesarios para la implementación de un proyecto en el marco del ABPy y la Teoría del Aprendizaje Significativo. Se consideró necesario realizar esta pregunta para conocer como percibieron las relaciones que se intentaron establecer entre el ABPy y la teoría del Aprendizaje Significativo. Algunas de las respuestas fueron: “se puede articular explícitamente las características de ABPy con los componentes de la teoría de aprendizaje significativo, para así obtener mejores resultados”, “tener un amplio rastreo bibliográfico de estos para ver qué tan funcionales son o en que disciplinas o áreas no han sido aplicados para crear proyectos buenos”, “Maestro: debemos motivar y llevar a los estudiantes a cuestionarse y que intenten dar una solución”

Una de las respuestas que más llamó la atención en este punto fue “en primer lugar, el investigador debe conocer los principales referentes con los que desea sustentar el trabajo e identificar la problemática, en segundo lugar, es necesario familiarizarnos con el contexto y conocer las principales motivaciones e intereses de los estudiantes, en tercer lugar, debemos indagar por aquellos conocimientos y habilidades que se desean potenciar y en cuarto lugar, se requiere la aplicación de un cuestionario inicial, que recoja las concepciones alternativas para luego elaborar un mapa del proyecto donde incluya con base en las características del ABPy.

Otro de los elementos indispensables para la implementación de un proyecto es que la evaluación debe ser formativa, es decir debe haber retroalimentación y mejoramiento. Finalmente, debemos motivar al estudiante para lograr un aprendizaje significativo”. La reflexión realizada por este futuro maestro parece ser un resumen de los asuntos que se manifestaron en las diferentes preguntas y una evidencia de aprendizaje sobre la estrategia ABPy y su relación con otros marcos de referencia abordados durante el proceso.

## **8.9. Cuestiones finales**

Si bien las líneas de práctica cambian con el paso de los semestres académicos, los intereses del programa de formación y las demandas de la sociedad, se sentó un precedente y se logró dar a conocer una práctica profesional desde un campo que se explora por primera vez en este programa, articulando la universidad y específicamente el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales, con entidades como el Parque Explora y algunas Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín.

En este sentido, se han impactado alrededor de 200 estudiantes, 4 instituciones educativas, 8 maestros en formación y 4 docentes cooperadores, gracias a la aplicación de

proyectos contextualizados. Se espera ofertar la línea de investigación para el semestre 2019-1.

Los cuatro trabajos de grado formulados por los maestros en formación son una evidencia de apropiación conceptual y aprendizaje significativo ya que inicialmente los maestros consideraban no tener los elementos teóricos necesarios para elaborar un proyecto y además sustentarlos desde la Teoría del Aprendizaje Significativo. Se afirma lo anterior, debido a que todos los informes fueron aceptados, presentados en eventos internacionales y siguieron los criterios establecidos en la rúbrica utilizada. También, fueron evaluados por un par externo y en todos los casos fueron aprobados. Además, los resultados particulares de cada investigación mostraron evidencias de aprendizaje Significativo en los estudiantes.

Del mismo modo, al observar la formulación de los trabajos de Grado, se puede apreciar diversidad en cada uno de los proyectos propuestos, intereses particulares por acercar el conocimiento científico al aula de clase y maneras de diseñar material potencialmente significativo; en este sentido, creemos que se pueden apreciar algunas de las bondades del trabajo por proyectos, entre ellas, la posibilidad de atender diferentes niveles educativos, contextos diversos, creación de múltiples productos, y sobre todo, elaboración de trabajos que parten de preguntas de los estudiantes. Además, la autonomía y los procesos de reflexión, crítica y revisión, fueron determinantes para finalizar con éxito su proceso de práctica.

Respecto a los Centros de Práctica y el apoyo externo, parece evidente que una de las dificultades emergentes al aplicar los proyectos, se relaciona con la adquisición de recursos económicos. Sin embargo, se tuvo la fortuna de contar con el apoyo de cada uno de los centros de práctica y con el Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).

Además de lo anterior, la socialización fue fundamental para los maestros en formación, la retroalimentación entregada por los asesores del seminario, la evaluación de un par externo y los eventos internos de presentación de cada línea de investigación permitieron mejorar continuamente. Además, la participación en un congreso internacional permitió a los estudiantes reconocerse como sujetos productores de conocimiento y con la posibilidad de intercambiar información y experiencias con otros docentes. Esta línea de práctica fue aprobada por el Consejo de la Carrera y avalada para comenzar con una nueva población de docentes en formación durante el semestre 2019-I.

Por último, se está de acuerdo con la postura de Han, et al. (2015) quienes manifiestan que los maestros en servicio deberían ser informados sobre las estrategias pedagógicas que han sido señaladas como efectivas para la implementación de las actividades y ser guiados para diseñar e implementar las clases. Esto porque, según lo encontrado en este reporte, los

maestros en formación no tenían conocimiento sobre la estrategia y tenían vacíos conceptuales desde lo metodológico en términos de la investigación educativa. Esta consideración es una llamada para fortalecer este programa, en particular desde los procesos de práctica temprana que se empezarán a desarrollar con la nueva versión de la licenciatura (Licenciatura en Ciencias Naturales) que inició en el segundo semestre del año 2018.

Finalmente, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) sustentado teóricamente desde la Teoría del Aprendizaje Significativo, intenta resaltar la importancia de diseñar proyectos de manera rigurosa, pertinente, contextualizada, sin dejar de lado el rol del docente y la voz y el voto de los estudiantes durante el diseño y la ejecución de estos.

## CAPÍTULO 9

### CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

*" El docente en la clase utiliza dos grandes estrategias discursivas: "las que tienen una orientación fundamentalmente explicativa, que suelen utilizarse para facilitar la adquisición, la elaboración y la comprensión de conocimientos; y las que tienen una orientación fundamentalmente argumentativa, que suelen encaminarse, por un lado, a actuar sobre los conocimientos y las actitudes de los alumnos, orientando la interpretación y el significado de lo que se enseña y, por otro lado, a generar o aumentar el interés y la implicación de los estudiantes hacia los contenidos y hacia la persona que los imparte." (Anna Cros 2003: 75)*

En este capítulo se presentan las conclusiones y consideraciones finales de la presente tesis que involucró el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) como estrategia pedagógica, y la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) y el Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) como referentes conceptuales que dotaron de sentido las descripciones e interpretaciones realizadas. Durante el desarrollo del proceso de investigación se han realizado tres estudios, los dos primeros focalizados a potenciar el aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto electricidad y los circuitos eléctricos procurando atender algunos de los principios de la TASC y tomando como referente la propuesta del Buck Institute for Education (BIE) para el diseño de proyectos; y el tercer estudio, que constituye una alternativa para conformar una línea de investigación en el marco de un proceso de práctica pedagógica que tuvo la posibilidad de poner en escena los supuestos teóricos considerados en esta tesis y contribuir a la formación de un grupo de Maestros en Ciencias Naturales.

Recordamos que al final de los capítulos correspondientes a cada uno de los estudios, se presentaron algunas ideas conclusivas en relación con los objetivos propuestos en cada uno de ellos. En este capítulo, pretendemos destacar algunas similitudes, diferencias y características de los estudios que constituyen esta tesis, así como las conclusiones y consideraciones finales, así como algunos temas que quedan abiertos para la discusión.

En los primeros capítulos de esta tesis se fundamentó la necesidad de incorporar el Aprendizaje Basado en Proyectos, como una estrategia pedagógica acorde con las demandas de un contexto educativo que exige el uso de estrategias alternativas a la clase tradicional. También se planteó que, si bien existe un interés de los alumnos en el momento de plantearles un reto ambicioso en el marco de un proyecto, durante la implementación de los mismos son mayores los retos, desafíos y tensiones que emergen, sobre todo en términos de comprender el fenómeno de estudio, desde los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, lo cual requiere en todo caso una propuesta de enseñanza con una planificación y secuenciación adecuada que contemple puntos de diferenciación progresiva y que favorezca la reconciliación integradora. Fue justamente esa otra perspectiva, la que despertó el interés por investigar sobre su incorporación y apoyo a los procesos de aprendizaje y, a partir de los resultados obtenidos intentar aportar tanto en el campo de la enseñanza de la física, como en la formación de maestros en ciencias naturales.

Teniendo como punto de partida la idea de que la implementación de proyectos en el aula de clase necesariamente debe estar orientada por referenciales teóricos y metodológicos, y principalmente aquellos relativos al aprendizaje, que aporten al docente los insumos para comprender los procesos cognitivos que se dan en los estudiantes a partir de la interacción con las actividades del proyecto; se llevó a cabo una investigación para abordar la enseñanza de la Física y específicamente de la electricidad y los circuitos eléctricos, pero, además, para aprender acerca de las relaciones que se pueden establecer entre las características esenciales para el diseño de un proyecto y los principios de la TASC.

En este sentido, los proyectos diseñados y ejecutados en el marco de esta tesis son producciones que surgen de las problemáticas específicas identificadas en el contexto de su aplicación y, aunque originalmente centraba su atención en el fenómeno del electromagnetismo, finalmente, dirigió sus esfuerzos hacia el concepto electricidad y específicamente, a los circuitos eléctricos desde una visión aportada por los estudiantes, que incluyó un trabajo sobre la problemática ambiental y con foco en el uso de energías alternativas.

Tomando como base las ideas anteriores, fueron realizados tres estudios de tipo cualitativo, desde la perspectiva del método estudio de casos Stake (1998), y apoyados en las

características esenciales para el diseño de proyectos propuestas por el Buck Institute for Education (BIE). Los resultados de esta investigación sugieren que la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos, haciendo uso de la propuesta del BIE y estableciendo como referente la TASC, para la enseñanza de la electricidad y los circuitos eléctricos, es pertinente para propiciar un aprendizaje significativo de los conceptos estudiados, así como para favorecer en los estudiantes habilidades y actitudes. En estos términos, la presente investigación permite visualizar el trabajo por proyectos como una estrategia pedagógica altamente potente para implementar en el aula, acompañada de los principios de la TAS y de la TASC.

Debido a lo mencionado hasta ahora y con base en los resultados obtenidos en esta tesis a lo largo de sus estudios, se alcanzaron de modo satisfactorio los objetivos propuestos; en este sentido, en cada estudio de manera particular ya se han presentado algunas cuestiones finales, sin embargo, en este capítulo se retoman los principales resultados y se establecen algunas comparaciones entre ellos (similitudes y diferencias). Así mismo, se presentan algunas reflexiones sobre los referentes teóricos y metodológicos, el rol del maestro y el estudiante, el trabajo colaborativo, la argumentación, el desarrollo de habilidades para el siglo XXI, la predisposición y motivación para aprender y las perspectivas futuras en este campo de investigación, todo esto atendiendo a los objetivos y preguntas de investigación formuladas.

Inicialmente, en el estudio I, que estuvo fundamentado en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), se hallaron evidencias de aprendizaje suficientes para considerar que los estudiantes lograron un progreso significativo en el aprendizaje de los conceptos de electricidad y circuitos eléctricos, involucrados en el proyecto desarrollado. Además, las actividades desarrolladas tuvieron una repercusión positiva en la predisposición de los estudiantes para el aprendizaje de los conceptos objeto de estudio, condición necesaria para alcanzar un aprendizaje significativo.

Frente a estos resultados, que estuvieron considerados en el interior de una prueba denominada preliminar, se enfatiza en la idea de obtener aprendizajes que, además de ser significativos, tengan un carácter crítico o reflexivo en función de lo propuesto en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC). A partir de esta idea y de los hallazgos del estudio I, se comienza a planificar el estudio II, pero previamente se elabora una propuesta denominada Aprendizaje Basado en Proyectos desde una mirada crítica (ABPyC) que presenta una reflexión sobre la posibilidad de establecer relaciones entre algunos de los principios propuestos por la TASC y los denominados “estándares de oro” propuestos por el Buck Institute for Education (BIE), específicamente desde sus características esenciales para el diseño de proyectos; a esto se dedicó el capítulo VI. Con base en lo anterior, se diseñó el proyecto ejecutado en el estudio II que estuvo dotado de otras miradas y lógicas, aclarando

que la aplicación del estudio preliminar fue determinante para la toma de decisiones en el estudio II.

De este modo, el foco del estudio II estuvo centrado en la atención de cinco de los principios de la TASC (principio del conocimiento previo, principio de interacción social y del cuestionamiento, del aprendizaje por error, del aprendiz como perceptor/representador y principio del conocimiento como lenguaje) a partir de su relación con características consideradas esenciales para el diseño de proyectos (entre ellas, voz y voto de los estudiantes, reflexión, crítica y revisión). Además, se consideró que los principios de abandono de la narrativa, no utilización de la pizarra y no centralización en el libro de texto, son atendidos de manera implícita al diseñar el proyecto.

Los resultados derivados de este estudio fueron positivos, en términos de la habilidad adquirida por los estudiantes para formular preguntas, construir argumentos y aprender sobre electricidad, circuitos eléctricos y paneles solares. Además, la posibilidad de trabajar en la elaboración de un producto final ('Aplicaciones para celular y videojuegos') se constituyó en una evidencia de aprendizaje considerada valiosa y cargada de compromiso, trabajo en grupo y creatividad, habilidades fundamentales para el desarrollo del proyecto. También, la posibilidad de explicitar sus percepciones y representaciones no solo a nivel conceptual (corriente eléctrica) sino también de lo que acontece en su contexto cercano (consumo de energía y conocimiento sobre paneles solares a través de una salida pedagógica) fueron evidencias de aprendizaje consideradas exitosas.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio II, se valora la importancia del docente y su rol activo durante el desarrollo del proyecto; se rompe con la idea de docente solo como guía y se le considera un sujeto activo que aprende de la mano de sus estudiantes. En este sentido, se formula un estudio III, el cual estuvo dirigido a la conformación de una línea de práctica pedagógica para la formación de maestros en un programa de ciencias naturales. Este estudio, representó una posibilidad para diseñar nuevos proyectos, aplicarlos en diferentes poblaciones y consolidar el ABPy como una apuesta interesante para formar maestros en el diseño de material potencialmente significativo.

En este estudio III, se dio protagonismo a los maestros en formación (voz y voto) y se establecieron estrategias de trabajo en un seminario y con el apoyo de entidades como el Parque Explora para el diseño de los proyectos, siguiendo los lineamientos conceptuales y metodológicos de esta tesis. En este estudio se resaltan los procesos de socialización realizados que permitieron ampliar los horizontes investigativos de los maestros. En este sentido, los resultados fueron ampliamente exitosos, teniendo en cuenta la aprobación de los trabajos de grado de los participantes y su alto grado de satisfacción con el proceso concluido.

Cada uno de los estudios presentados se consideraron como una forma de avanzar y poner en escena asuntos que tal vez no fueron considerados previamente. En la tabla 82, se presentan las similitudes y diferencias entre cada uno de ellos.

**Tabla 82.** Similitudes y diferencias de cada uno de los estudios.

<b>Criterio</b>	<b>Similitudes y diferencias</b>	<b>Estudio</b>
<b>Metodología</b>	Cualitativa	I, II, III
<b>Método</b>	Estudio de caso	I, II y III
<b>Referentes teóricos</b>	Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS)	I, II y III
	Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC)	II y III
	Modelo Argumentativo de Toulmin (MAT)	I y II
	Características esenciales para el diseño de proyectos (BIE)	II y III
	Aprendizaje Significativo desde una mirada crítica (ABPyC)	II y III
<b>Áreas de intervención</b>	Ciencias Naturales	I y II
	Tecnología	II
	Filosofía	II
	Práctica pedagógica I, II y Trabajo de grado	III
<b>Productos</b>	Maqueta	I
	Aplicaciones para celular y video juegos	II
	Trabajo de grado	III
<b>Número de participantes</b>	40	I
	137	II
	8	III
<b>Tiempo</b>	10 semanas	I y II
	3 semestres	III

Con base en lo anterior, es importante continuar con las reflexiones finales y resaltar algunas de esas diferencias y similitudes que se consideran importantes en el marco de esta investigación y que además podrían ser consideradas en futuras investigaciones.

### **9.1. Conclusiones del Estudio I**

Para valorar la contribución del Aprendizaje Basado en Proyectos en el aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto electricidad y particularmente los circuitos eléctricos, se aplicó un proyecto denominado “Pajarito sale a la luz”. Al respecto, consideramos que el ABPy como estrategia pedagógica permitió a los estudiantes asumir protagonismo en su aprendizaje y proponer problemáticas que les resultaron interesantes y útiles, integradas en su

contexto particular; en este proyecto, se privilegió el trabajo sobre energías alternativas y el estudio de problemáticas ambientales del contexto como una posibilidad para aprender sobre electricidad y circuitos eléctricos.

En este sentido, el APBy favoreció el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes; entre las cuales se puede destacar el trabajo grupal, la formulación de preguntas, el manejo de instrumentos y la elaboración de planos y maquetas y la construcción de circuitos eléctricos. Estos aprendizajes fueron adquiridos durante la realización del proyecto.

Además, los estudiantes cambiaron su percepción respecto a la ciencia, específicamente, desde el reconocimiento de su carácter histórico y progresivo. Además, al acercarse a la comunidad educativa y al contexto cercano, lograron valorar su importancia para la sociedad y su repercusión en asuntos económicos, culturales y medioambientales.

También, se pudieron presentar resultados que muestran la influencia positiva del ABPy para el trabajo de los conceptos objeto de estudio; en este sentido, se pudo valorar la influencia de las actividades desarrolladas en el proyecto a partir de las dinámicas del trabajo grupal, con base en las percepciones de los participantes y el material elaborado. Al respecto, los estudiantes participantes estuvieron involucrados activamente no solo en la elaboración de una maqueta como producto final, sino, además, en la ejecución de las actividades del proyecto.

Aclaremos, que el producto final del proyecto representado en una maqueta, si bien es una de las bases sobre la cual se tejen las actividades, no debe ser entendido como el objetivo único del proyecto, ya que en muchas ocasiones los estudiantes descuidaban otras actividades para dedicar tiempo a su elaboración. Durante los procesos de socialización, que se llevaron a cabo en el marco de una “feria de ciencia” las explicaciones de los estudiantes y el trabajo grupal se constituyeron en destrezas producto de un proceso realizado durante las diez semanas de intervención.

Por otro lado, se realizó un diagnóstico sobre el nivel de argumentación de los estudiantes como insumo para la planificación de actividades que involucran el desarrollo de esta habilidad en el estudio II. De este modo, se pudo constatar que, para los Casos seleccionados el nivel detectado fue 2, atendiendo a la propuesta de Osborne, Erduran y Simon (2004). Este nivel se otorgó debido a que la información que proporcionaron “mostraba argumentos basados en datos, garantías o sustentos y con conclusiones, pero sin embargo no contenía alguna refutación”; además, el sustento parecía ser más un ejemplo que un apoyo a la tesis construida por los estudiantes.

Este asunto permitió tomar decisiones metodológicas para la aplicación del estudio II, como, por ejemplo, acercar a los estudiantes a los elementos del Modelo Argumental de Toulmin (MAT) y elaborar actividades para su comprensión.

En relación con el aprendizaje sobre electricidad y circuitos eléctricos, para el estudio I, hemos comprobado que a medida que avanza el proyecto los estudiantes mencionan magnitudes físicas, como intensidad de corriente, voltaje, carga, polo, potencia o resistencia eléctrica que inicialmente no empleaban.

En las explicaciones de las diferentes actividades realizadas y en la presentación del proyecto, diferenciaron entre materiales conductores y aislantes, se refirieron a la electricidad no solo como una forma de energía sino como un fenómeno físico que procede de fuentes de energía muy diversas, unas muy contaminantes y otras mucho menos, describieron los componentes utilizados en los circuitos eléctricos, si estaban conectados en serie o paralelo, señalando su función dentro del circuito e indicaron las mediciones y aparatos utilizados.

## **9.2. Conclusiones del estudio II**

Respecto a valorar la posibilidad de atender algunos de los principios básicos de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), haciendo uso de las características esenciales para el diseño de un proyecto definidas por el Buck Institute for Education (BIE), desde el estudio II se pudieron ejecutar actividades que apuntaban a la obtención de información en relación con algunos de los principios de la TASC, entre los cuales se revisaron, el principio del conocimiento como lenguaje, el principio del Aprendizaje como perceptor representador, el principio del aprendizaje por error, el principio de la interacción social y del cuestionamiento y el principio del conocimiento previo.

En cuanto al **principio del conocimiento previo**, se pudo conocer la influencia de las concepciones alternativas de los estudiantes para aprender sobre el concepto de electricidad y los circuitos eléctricos. Como ya se presentó en los resultados del capítulo II, las ideas previas de los estudiantes fueron tenidas en cuenta para diseñar actividades que permitieran acercarlos a una visión más cercana a lo que se propone desde el ambiente científico respecto al fenómeno eléctrico. En este sentido, los estudiantes manifestaron desconocimiento en cuanto a conceptos clave como voltaje, corriente y carga e incluso presentaron confusiones al explicar el funcionamiento de un circuito eléctrico básico. Sin embargo, este material fue determinante para trabajar en consecuencia y acercar a los estudiantes a mejores comprensiones.

Por otro lado, se valoró el progreso de los estudiantes en cuanto a su **habilidad para formular preguntas**. En este principio y mediante el uso de la bitácora del estudiante como principal fuente de recolección de información, se pudieron clasificar las preguntas elaboradas por los estudiantes a lo largo del proyecto (81 en total). En este sentido, aunque el número de preguntas con características predictivas (un nivel considerado alto) fueron tan solo 6, consideramos significativo el hecho de lograr que los estudiantes participaran con sus preguntas en el proceso de construcción de conocimiento sobre los fenómenos estudiados; además, se encontraron cuatro preguntas con características predictivas y once explicativas, previo a un filtro que las clasificó inicialmente en nivel bajo, medio y alto.

Para el **principio del conocimiento como lenguaje**, partiendo de la idea del estudio I, en la cual se hizo necesario acercar a los estudiantes al Modelo Argumental de Toulmin (MAT), se logró identificar el nivel en la argumentación de los estudiantes en relación con elementos conceptuales propios de la electricidad y los circuitos eléctricos. Contrario a lo ocurrido en el estudio I, en este caso se abordaron cuatro situaciones asociadas a los circuitos eléctricos y al uso de energías alternativas. Para cada Caso analizado, se pudo verificar que el nivel de argumentación en algunos casos llegó a niveles III y IV, hecho que no ocurrió en el estudio I. Lo anterior, podría indicar la relevancia que tuvo el hecho de haber acercado a los estudiantes al MAT y haberlo abordado desde diferentes situaciones.

Para el **principio del aprendizaje como perceptor/representador** se presentaron evidencias de como los estudiantes perciben y representan asuntos relacionados con la electricidad y los circuitos eléctricos, el producto para un público (aplicaciones para celular y video juegos) y el conocimiento de la comunidad sobre consumo eléctrico y paneles solares. Para el caso de la electricidad y los circuitos eléctricos se pudieron constatar los diferentes modelos de corriente eléctrica para cada Caso, al inicio y al finalizar la intervención; se pudo apreciar la aparición de explicaciones cercanas al campo microscópico y una apropiación de los estudiantes respecto al uso de los conceptos para generar explicaciones respecto al flujo de la corriente en un circuito eléctrico. Además, la elaboración de las aplicaciones y videojuegos y la visita a la comunidad, entregaron evidencias respecto a la forma como los estudiantes realizaron procesos de *investigación continua* y como pudieron usar la información recolectada para ponerla al servicio de las explicaciones que generaron, en este último caso respecto a los paneles solares y la relación existente entre la electricidad y elementos relacionados con el cuidado del medio ambiente.

**Por último, para el principio asociado al aprendizaje por error**, se detectaron algunos de los errores y formas de solución comunes que realizaron los estudiantes en la ejecución de las actividades desarrolladas durante el proyecto como evidencia de aprendizaje significativo crítico. En este principio, se hallaron errores asociados a concepciones sobre *la*

*corriente eléctrica como fluido material y los problemas con los circuitos eléctricos, el funcionamiento de una pila, la elaboración del producto final, el uso del término voltaje, entre otros.* Lo que se pudo constatar fue el hecho de lograr que los estudiantes usaran las actividades del proyecto como una posibilidad para revertir estas problemáticas, por ejemplo, para el caso del funcionamiento de las pilas. Así, durante la práctica experimental, para probar la funcionalidad de las pilas, los estudiantes llevaron a los laboratorios diferentes tipos de pilas (voltaje, marca y precios diferentes). Esta estrategia que no fue sugerida, sino propuesta por los estudiantes, permitió tener una mirada diferente de las pilas, por lo menos en términos de voltaje y capacidad. Además de reconocer algunos materiales contaminantes y estudiar su impacto para el medio ambiente.

Los estudiantes citados en el estudio II presentaron avances en los ámbitos conceptual, procedimental y actitudinal del aprendizaje sobre la electricidad y los circuitos eléctricos, que consideramos significativos. En efecto, hemos comprobado que a medida que avanza el proyecto los estudiantes se acercan a esas ideas que desde el campo científico son más aceptadas, lo manifiestan en las respuestas entregadas en cada una de las actividades aplicadas.

Al respecto, sobre los conocimientos conceptuales mencionan magnitudes físicas, como intensidad de corriente, voltaje, carga, polo, potencia o resistencia eléctrica que inicialmente no empleaban. En las explicaciones de las diferentes actividades realizadas y en la presentación del proyecto, diferencian entre materiales conductores y aislantes, se refieren a la electricidad no solo como una forma de energía sino como un fenómeno físico que procede de fuentes de energía muy diversas, unas muy contaminantes y otras mucho menos, describen los componentes utilizados en los circuitos eléctricos, si están conectados en serie o paralelo, señalan su función dentro del circuito, e indican las mediciones realizadas y los aparatos utilizados.

Además, en el estudio II, hay una aproximación más evidente a las explicaciones desde el campo microscópico. También, las explicaciones tienen un fundamento más claro desde el uso de los datos obtenidos en las diferentes actividades.

En relación con los conocimientos procedimentales, se aprecia un avance significativo en el montaje de circuitos eléctricos en serie, en paralelo y mixtos, la sistematización de la información, el uso y apropiación de la tecnología, la elaboración de gráficos, la confección de mapas y la construcción de argumentos. En cuanto a los conocimientos actitudinales, las reflexiones generadas por los estudiantes en relación con el ahorro, la protección de los recursos, el uso de energías alternativas y el respeto por los demás en el marco del trabajo grupal fueron sin duda algunos de los principales aprendizajes.

### **9.3. Conclusiones estudio III**

Para el estudio III se pudo consolidar una propuesta de formación de maestros en Ciencias Naturales en el marco de la práctica pedagógica, apoyada en el Aprendizaje Basado en Proyectos y los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo, en el programa de licenciatura en Educación Básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Al respecto, si bien las líneas de práctica cambian con el paso de los semestres académicos, los intereses del programa de formación y las demandas de la sociedad, se sentó un precedente y se logró dar a conocer una práctica profesional desde un campo que se explora por primera vez en este programa, articulando la universidad y específicamente el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales, con entidades como el Parque Explora y algunas Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín. En este sentido, se han impactado alrededor de 200 estudiantes, 4 instituciones educativas, 8 maestros en formación y 4 docentes cooperadores, gracias a la aplicación de proyectos contextualizados.

Además, se lograron valorar algunos de los resultados obtenidos en los proyectos aplicados por los maestros en formación, lo cual se evidenció a partir de las reflexiones de los participantes y la relación constante entre los referentes metodológicos y teóricos de esta tesis con sus construcciones grupales. La valoración general fue positiva en términos de finalización del proceso de formación y se constituye en una evidencia del valor del ABPy para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Se lograron, además, identificar las percepciones de los maestros en formación después de participar en el proceso de diseño e implementación de proyectos en el marco de la Práctica Pedagógica y la formulación de un Trabajo de Grado. Al respecto los resultados ya muestran el alto grado de satisfacción de los estudiantes respecto al proceso vivido, las dificultades emergentes y los retos que conlleva para ellos innovar desde sus prácticas de aula cuando egresen del programa de formación en el cual se encuentran.

Los ocho estudiantes que participaron en el estudio III, maestros en formación del programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia, lograron desarrollar cuatro proyectos que aplicaron en diferentes Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín. Aunque no se presentan los resultados específicos de cada intervención, sí se mencionan algunos asuntos que son considerados como una evidencia del trabajo realizado por los estudiantes y

principalmente una clara muestra de aplicación de los referentes metodológicos y conceptuales de esta tesis.

Como ya se ha dicho en el estudio III, se reitera nuevamente lo expuesto por Han et al. (2015), quienes manifiestan que los maestros en servicio deberían ser informados sobre las estrategias pedagógicas que han sido señaladas como efectivas para la implementación de las actividades y ser guiados para diseñar e implementar las clases. En este sentido, los participantes, antes de iniciar su práctica pedagógica, tuvieron la posibilidad de escuchar diferentes líneas de investigación y fue su decisión embarcarse en el trabajo por proyectos como un reto que implicó la diversificación de las estrategias de enseñanza en el marco de la aplicación en diferentes contextos educativos.

Además, como menciona Mitchener y Anderson (1989) el profesor es un factor clave que determina el éxito o el fracaso de cualquier innovación curricular. Es por esto, que los participantes que formaron parte de este proceso fueron capacitados y acompañados durante el proceso de diseño, implementación y análisis de los proyectos, de tal manera que cumplieran con los objetivos planteados al inicio del proceso formativo.

Se espera ofertar la línea de investigación para el semestre 2019-1. Finalmente, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) sustentado teóricamente desde la Teoría del Aprendizaje Significativo, intenta resaltar la importancia de diseñar proyectos de manera rigurosa, pertinente, contextualizada, sin dejar de lado el rol del docente y la voz y voto de los estudiantes durante el diseño y la ejecución de estos.

#### **9.4. Respetto a la selección de los participantes, el trabajo grupal y los procesos de argumentación en los estudios I y II.**

Los 177 estudiantes participantes en los estudios I y II, que en su mayoría tenían entre 15 y 17 años, manifestaron su desconocimiento no solo respecto a los contenidos en Física, sino además en Química, lo cual luego fue corroborado con los insumos institucionales (diseño curricular, planes de área y consulta a docentes). Es importante recordar que inicialmente la intención era abordar el fenómeno del electromagnetismo, del cual incluso se realiza inicialmente un rastreo bibliográfico incluido en esta tesis; sin embargo, las dificultades conceptuales de los estudiantes, evidenciadas en los instrumentos aplicados, y los intereses de los estudiantes dirigieron la atención de esta tesis -como ya ha sido mencionado- al campo de la electricidad y los circuitos eléctricos.

Ahora bien, los participantes de los estudios I y II abordaron sus proyectos desde la conformación de grupos de trabajo, una característica del ABPy. Al respecto, asumir roles,

hacer el seguimiento mediante el uso de una bitácora y establecer espacios de reflexión, crítica y revisión, generó un ambiente considerado positivo, que permitió a los estudiantes sacar a la luz todas sus habilidades, entre ellas la capacidad de asumir tareas, crear, argumentar y solucionar problemas. Además, también se aprende a distribuir tareas y tiempo, organizarse y asumir funciones y compromisos que son habilidades para la vida, no exclusivas de la enseñanza de las ciencias.

En este sentido, creemos tener evidencias para decir que el trabajo colaborativo y los procesos de argumentación incentivados en este proyecto han permitido a los estudiantes aprender sobre electricidad y circuitos eléctricos y que se han puesto a prueba sus actitudes frente al trabajo grupal, lo cual ha posibilitado defender sus posturas e invitar a la comunidad educativa a realizar acciones como la protección de los recursos, la disminución del gasto en energía eléctrica y la importancia de las energías alternativas como fuentes de obtención de electricidad.

Después de revisar los resultados, podemos asegurar que el trabajo grupal, aunque es una alternativa necesaria para abordar el trabajo por proyectos, es necesario que los docentes realicen un seguimiento adecuado y una retroalimentación efectiva, para evitar la separación de los grupos, los conflictos o la falta de unificación de criterios para la toma de decisiones que puedan influir negativamente en los resultados del proyecto.

Respecto a los procesos de argumentación, se pueden apreciar tres situaciones, la primera en relación las dificultades de los estudiantes para argumentar, la segunda, hasta donde han llegado con la intervención realizada y la tercera, en relación con la propuesta que surge desde esta experiencia para abordar procesos de argumentación escolar.

En relación con las dificultades, se encontró un grupo de estudiantes que presentaba dificultades en relación con la generación de argumentos que utilizaran la base científica como punto de referencia para su construcción. Las dificultades partían del hecho de partir de opiniones personales o de usar información que suelen escuchar o leer en redes sociales o medios de comunicación. Además, el desconocimiento de asuntos propios del saber conceptual y su lejanía respecto a los procedimientos propios de la ciencia hicieron que este proceso en particular fuera lento; también, el desconocimiento y la complejidad implícita en el Modelo Argumental de Toulmin fue otro factor que generó dificultades.

¿Hasta dónde lograron llegar los estudiantes? Tomando como base los resultados obtenidos cada uno de los casos analizados alcanzó un nivel diferente a la luz del referente utilizado; sin embargo, se pueden apreciar mejorías en todos los Casos, si tomamos como punto de partida las ideas iniciales de los estudiantes. Lograron usar datos, fundamentar sus

respuestas y refutar o afianzar algunas de las afirmaciones propuestas. Uno de los asuntos que quedó pendiente se relacionó con el uso efectivo de garantías, los estudiantes poco o nada usaban los principios, teorías o leyes para dar fuerza a los argumentos que construyeron. En este orden de ideas, lograron apropiarse de algunos de los elementos del MAT y aplicaron sus conocimientos en situaciones diferentes.

En tercer lugar, se propone el uso del trabajo grupal como una alternativa que ha permitido fortalecer los procesos de argumentación, de negociación de significados y de conceptualización en relación con el campo de conocimiento abordado. Buitrago, Mejía y Hernández (2013) mencionan que el diálogo argumentativo favorece el aprendizaje de los alumnos y es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos. Estos últimos, constituyen una base importante del trabajo por proyectos.

Además, algunas de las adaptaciones realizadas al MAT y las actividades desarrolladas para acercarlos a su conocimiento y manejo fueron determinantes para lograr construir algunos de los argumentos con base en las afirmaciones propuestas. Si se desea abordar la argumentación desde el MAT sugerimos realizar ejercicios con los estudiantes que permitan comprender su significado; además resulta necesario realizar procesos de socialización, realizar ejercicios individuales y grupales, comparar, revisar y sobre todo retroalimentar

## **9.5. Consideraciones finales y recomendaciones.**

### ***En relación con el ABPy***

Inicialmente clarificamos que, desde nuestra apuesta por trabajar por proyectos, no pretendemos homogeneizar en términos de aprendizaje a los estudiantes, ya que reconocemos distintos estilos y ritmos de aprendizaje.

Si bien el aprendizaje basado en proyectos (ABPy) como ya se ha escrito no es una propuesta nueva, en el contexto de esta investigación si lo es considerada primero por el ámbito de aplicación del estudio II, el cual se elaboró en el marco de un proyecto de ciudad denominado “Generación N” y segundo porque no se encontraron antecedentes en el programa de formación de maestros en el contexto de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, de una línea de investigación en ABPy y sustentada desde la TASC.

El APBy favorece el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes; en este sentido, la formulación de preguntas, la elaboración de planos, el manejo de instrumentos, la instalación de circuitos eléctricos y la construcción de maquetas fueron aprendizajes adquiridos durante

la realización de los proyectos en los estudios I y II y de manera indirecta en los proyectos aplicados por los maestros en formación en cada uno de sus grupos y contextos particulares; además, cada uno de los productos del proyecto muestran una variedad de posibilidades y una oportunidad de enlazar los contenidos, en este caso de física, con intereses particulares de los participantes. Al respecto, el ABPy está relacionado directamente con la necesidad de diversificar las estrategias de enseñanza, tal como lo menciona Moreira (2010), “el uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos, que implican la participación activa del estudiante es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico”.

Un proyecto bien diseñado y aplicado puede mostrar resultados significativos. Pero si no se tienen en cuenta sus limitaciones, es probable que surjan algunos problemas relacionados con el bajo aprendizaje de los estudiantes o el no cumplimiento de los objetivos planteados. Por ejemplo, respecto a los recursos para un proyecto, resulta necesario visibilizar la posibilidad de adquirirlos antes de comprometerse con los estudiantes, ya que podría caerse en el error de elaborar un gran número de actividades bajo el rotulo de proyecto, pero que no involucran las características del ABPy.

El producto final del proyecto representado en una maqueta o en una aplicación, si bien es una de las bases sobre la cual se tejen las actividades, no debe ser entendido como el objetivo único del proyecto ya que en muchas ocasiones los estudiantes descuidaban otras actividades para dedicar tiempo a su elaboración.

Un proyecto bien diseñado y ejecutado puede mostrar grandes resultados. Pero si no se tienen en cuenta sus potencialidades y limitaciones, es probable que surjan algunos problemas. En primer lugar, podría caerse en el error de elaborar un gran número de actividades que se llamen "proyectos", pero que no tienen la rigurosidad que exige el ABPy, y el aprendizaje de los estudiantes no será necesariamente el esperado. Por otro lado, se podrían ver proyectos contraproducentes en maestros insuficientemente preparados que resultan un tiempo perdido, frustración e incapacidad para entender las posibilidades del ABPy. Entonces, se corre el riesgo de convertirse en otra de las modas educativas del pasado, vagamente recordado y rara vez practicado.

Los recursos para el desarrollo de un proyecto podrían ser un obstáculo para su elaboración, sin embargo, desde la planificación se debe realizar una proyección de los insumos necesarios para “garantizar” la viabilidad del mismo.

Siempre que sea posible, conviene incorporar en el proyecto la participación de otras áreas de conocimiento, como las ciencias sociales o las matemáticas, ya que algunas de las

dificultades presentadas, surgidas de las limitaciones de tiempo y recursos, pudieron solucionarse con la participación efectiva y habilidades específicas de otros docentes.

Evidentemente el ABPy ofrece una amplia gama de posibilidades reales para acercar a los estudiantes a las problemáticas específicas en un contexto, el cual podría favorecer en ellos actitudes crítico-reflexivas que promuevan no solo un aprendizaje conceptual, sino además el fortalecimiento de habilidades científicas. Aunque no es una estrategia nueva, evidentemente, su aplicación y relación con otros referentes teóricos no ha sido objeto de profundización. Es por ello, que esta tesis se identifica con la postura de Domínguez et al (2011), quienes hacen alusión al ABPy como una estrategia pedagógica que busca la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes a partir de un problema real.

Una de las principales ventajas del ABPy es que la prueba escrita no es el único escenario sobre el cual los estudiantes demuestran sus conocimientos, habilidades y destrezas; esto se corresponde con la necesidad de diversificar las estrategias de enseñanza, tal como lo menciona Moreira (2010), el uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que implican la participación activa del estudiante es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico.

Asimismo, la incorporación del ABPy desde las características esenciales para el diseño de proyectos propuesto por el BIE, posibilitaron la implementación de algunos de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico en el aula de clase, permitiendo que los estudiantes enriquecieran sus concepciones acerca de los conceptos objeto de estudio, formularan preguntas, manifestaran sus puntos de vista y elaboraran material explicativo. Tomando como base la clasificación de los principios de la TASC propuesta por López (2014), en principios pedagógico-didácticos, conceptuales y disciplinares y epistemológicos, resulta necesario para futuras investigaciones continuar implementando estrategias para el análisis de estos. Además, se sugiere el trabajo alrededor de los principios que no fueron considerados de manera directa en esta tesis y que forman parte de los principios epistemológicos (conciencia semántica, incertidumbre del conocimiento y desaprendizaje).

Además de lo anterior, se resalta en relación con la Teoría del Aprendizaje Significativo que frente a las preguntas expuestas en el trabajo de Martínez (2017), ¿cuál será el método pedagógico de moda dentro de unos años?, ¿cuántos años durará esta moda de considerar el aprendizaje significativo como el mejor método didáctico?, ¿es nuestro cerebro fisiológicamente constructivista?, parece claro que no estamos ante una moda pedagógica, ya este autor concluye en su investigación que: “el constructivismo no es una moda pedagógica más y que fisiológicamente, nuestro cerebro está constituido de forma que funciona buscando

el significado de la información que le llega y, por tanto, el aprendizaje significativo no es una opción didáctica, sino una exigencia fisiológica de nuestro cerebro”

En definitiva, teniendo en cuenta todo lo mencionado, considerando los objetivos de esta tesis y siendo coherentes con los referentes metodológicos y conceptuales utilizados, sin el ánimo de pretender establecer generalizaciones, consideramos que es posible afirmar que los resultados obtenidos a lo largo de los tres estudios desarrollados han sido satisfactorios. Fruto de los mismos, podemos considerar que el Aprendizaje Basado en Proyectos es una poderosa estrategia pedagógica para promover aprendizajes significativos, para favorecer el dialogo de saberes y para potenciar el desarrollo de habilidades y actitudes propias del campo científico. Las actividades programadas en los estudios han permitido a los estudiantes, no solo una mayor apropiación de los conceptos abordados en cada uno de ellos, sino también establecer relaciones importantes entre dichos conceptos y promover actitudes positivas y una mayor predisposición para aprender, condición fundamental para aprender de un modo más significativo.

### ***Respecto a la electricidad y los circuitos eléctricos***

Resulta necesario estudiar el fenómeno eléctrico desde otros campos del conocimiento, como la química; esto debido a que el estudio de la estructura de la materia y específicamente el trabajo en clase alrededor de las partículas subatómicas y las fuerzas intramoleculares (enlace químico), posibilitarían que los estudiantes generen explicaciones cercanas al campo científico, al comprender el comportamiento de partículas como el electrón o reconocer las propiedades físico-químicas de los materiales que los hacen ser buenos conductores, regulares o aislantes.

En relación con los contenidos específicos en electricidad y circuitos eléctricos para el contexto de aplicación de esta investigación, está claro la imposibilidad de trabajar algunas leyes y principios necesarias para comprender algunos de los fenómenos estudiados; entre ellas, la ley de Ohm o las leyes de Kirchhoff, las cuales no fueron abordadas debido al escaso acercamiento de los estudiantes respecto al fenómeno físico de la electricidad, esto teniendo en cuenta lo encontrado en los instrumentos iniciales aplicados, donde no se evidencian los conocimientos previos necesarios para abordar en el marco de este proyecto, los contenidos mencionados.

Además, en el marco de la aplicación de los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) y la secuenciación de los contenidos para el proyecto del estudio II se pudo apreciar que, hasta el grado noveno de Educación Básica Secundaria, la física y la química estaban “invisibilizadas” y la acción pedagógica se centraba en la biología. Aunque no se puede

generalizar tomando como base los resultados obtenidos en esta investigación, parece que es un asunto reiterativo en el contexto, algo que se pudo evidenciar en las instituciones educativas en las cuales se aplicaron los proyectos de los maestros en formación en el estudio III.

También, los estudiantes desarrollaron actitudes hacia la ciencia y modificaron su imagen, por ejemplo, reconociendo su carácter histórico y progresivo, o valorando su importancia social, económica, cultural y medioambiental, al opinar a favor o en contra de la utilización de las fuentes de energía convencionales.

### **9.6. Procesos de divulgación de la información**

Durante el desarrollo de esta tesis, se presentaron ponencias orales y comunicaciones en diferentes eventos que permitieron cualificar y abordar el trabajo en cada uno de los estudios aplicados. La participación en estos escenarios de divulgación de información permitió generar procesos de actualización, intercambio de información con otros investigadores y reflexiones necesarias para la toma de decisiones.

En el año 2016 se presentó una comunicación en la modalidad de póster (ver anexo R) en el sexto encuentro nacional de Aprendizaje Significativo, llevado a cabo en la ciudad de Sao Pablo entre el 7 y el 11 de noviembre. El título de la comunicación fue “A Teoria da Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Baseada em Projeto”. El trabajo, presentó algunas cuestiones iniciales relacionada con el diseño y la aplicación del estudio I, además, los referentes teóricos revisados a la fecha de presentación.

Este primer escenario de divulgación de información permitió conocer más a fondo elementos teóricos relacionados con la Teoría del Aprendizaje Significativo, temática principal del evento. En general, los aportes de las personas que pudieron escuchar la presentación giraron alrededor del reconocimiento de la cercanía del proceso investigativo a la educación básica; los asistentes rescataron el hecho de abordar una investigación para este nivel académico y las relaciones que se establecen entre el objeto de estudio y asuntos propios del contexto de aplicación.

En el año 2017 se participó con una ponencia oral titulada “El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) desde una mirada crítica” (Ver anexo S) en el octavo Encuentro Internacional de Aprendizaje Significativo llevado a cabo en la Ciudad de Esquel, Argentina entre el 4 y el 8 de diciembre. En esta comunicación se presentaron los resultados parciales asociados al capítulo 6 de esta tesis y cuya finalidad era en su momento valorar las

características esenciales para la enseñanza por proyectos, tomando como referente principal la propuesta del Buck Institute for Education (BIE), desde la perspectiva de algunos de los principios propuestos en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC): ‘de la interacción social y del cuestionamiento - enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas’, ‘del aprendiz como perceptor/representador’, ‘del conocimiento como lenguaje’, ‘del aprendizaje por error’, ‘de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno y de la diversidad de estrategias de enseñanza’ y ‘del abandono de la narrativa y dejar que el alumno hable’.

Algunas de las conclusiones de este trabajo se relacionaron con la elaboración de un esquema propuesto para representar las relaciones identificadas, insumo que ha sido modificado en la versión final de esta tesis. Además, se concluye que la estrategia ABPy orientada desde el Aprendizaje Significativo Crítico, se puede constituir en una herramienta valiosa para acercar a los estudiantes a los conceptos científicos de forma contextualizada y pertinente en aras de formar estudiantes críticos y reflexivos.

En el año 2018 se presentó una ponencia oral (ver anexo T) en el IV Congreso Internacional de Investigación Educativa, llevado a cabo en la ciudad de Chihuahua, México entre el 11 y el 13 de octubre. La temática de la misma estaba asociada con el estudio III de esta tesis. Se presentó una iniciativa para estructurar e implementar una línea de práctica pedagógica, orientada por la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), sustentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo y los “estándares de oro” para el diseño de proyectos, propuestos por el Buck Institute for Education (BIE) en el programa de Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en la ciudad de Medellín, Colombia. Se presentó el proceso de formulación y postulación de la propuesta, el grupo de trabajo conformado y los proyectos estructurados y aplicados en diferentes instituciones educativas de la ciudad.

Además, los estudiantes participantes en el estudio III, tuvieron la posibilidad de presentar comunicaciones de los avances de cada uno de los proyectos que formaban parte de sus trabajos de grado. En la tabla 83, se presentan los títulos de sus ponencias, los autores y el link para la revisión completa de los artículos.

Las comunicaciones permitieron a los maestros en formación valorar positivamente su paso por la línea de formación, ya que reconocieron la importancia de dar a conocer sus trabajos y la riqueza académica producto del intercambio con otros académicos e investigadores.

**Tabla 83.** Comunicaciones presentadas a evento académico.

Título	Autores	Link
Concepciones iniciales sobre a primera ley de la Termodinámica a través de la implementación de un proyecto.	Lamar, K y Bolívar, M.	<a href="http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/339/459">http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/339/459</a>
La bioética como alternativa para el aprendizaje significativo de la Genética.	Ceballos, W y García, C.	<a href="http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/324/384">http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/324/384</a>
Aprendizaje Basado en Proyectos: una estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje de los efectos ocasionados por los microorganismos en la salud.	Gómez, M y Yepes, J.	<a href="http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/327/386">http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/327/386</a>
El uso de la cartografía ambiental como estrategia para identificar concepciones alternativas de los estudiantes sobre el concepto ecosistema.	Medina, M y Muñoz, M.	<a href="http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/286/391">http://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/recie/article/view/286/391</a>

Por último, se han sometido dos artículos a consideración para su publicación en revistas internacionales. En la *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (Q2) se encuentra en proceso de evaluación, la comunicación titulada “El aprendizaje de contenidos de electricidad mediante una estrategia de Aprendizaje Basada en Proyectos. Estudio Preliminar” en la cual se presentan los resultados y algunas de las reflexiones del estudio I de esta tesis.

Además, en la *Revista Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado* (Q3) se presentó el trabajo titulado “Una experiencia de práctica pedagógica con docentes en formación en Ciencias Naturales apoyada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)” en el cual se presenta el proceso de conformación, aplicación y resultados referentes al estudio III de esta investigación.

### 9.7. Perspectivas de trabajos futuros

Si bien se han atendido los objetivos propios de esta tesis, quedaron algunos elementos teóricos y metodológicos que podrían ser objeto de estudio en otros escenarios investigativos, consideramos que algunos asuntos emergentes producto del trabajo realizado, no fueron

analizados en profundidad y otros no fueron considerados. A continuación, se presentan algunas situaciones que podrían ser susceptibles de ser investigadas.

Inicialmente, el Aprendizaje Basado en Proyectos desde una mirada crítica (ABPyC) podría contribuir en el desarrollo de las habilidades del estudiante para el siglo XXI en relación con el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación, la resolución de problemas, el manejo de la información, solo por mencionar algunas. Este podría ser un punto de partida para otras investigaciones, ya que, si bien se mencionan las potencialidades de los estudios para promoverlas, no se hace un análisis en profundidad respecto a la influencia del ABPy para su desarrollo.

Otro elemento a considerar es la inclusión de otras áreas del conocimiento durante el diseño y la aplicación de un proyecto. Particularmente, las matemáticas para el caso de esta investigación fue un reto que no se pudo materializar, debido a que los procesos de transversalización obedecen también al interés de los docentes y parece claro que no puede ser una obligación la participación de estos en los proyectos que se ejecuten. En este orden de ideas, resultaría interesante en el marco de otras investigaciones ver las repercusiones de la inclusión de las matemáticas y otras áreas del conocimiento en el marco de la aplicación de un proyecto.

También, podrían considerarse otras estrategias o instrumentos para recolectar información que permitan analizar las dinámicas propias del trabajo grupal y su influencia para el aprendizaje de los estudiantes. Así mismo, cómo esta dinámica de trabajo colaborativo podría influir en los procesos de argumentación de los estudiantes. Al respecto, el principio del conocimiento como lenguaje ofrece la posibilidad de continuar explorando asuntos que no han sido considerados en profundidad en esta investigación y que se relacionan con lo mencionado por Moreira (2010) al mencionar que *cada lenguaje, tanto en términos de su léxico como de su estructura, representa una manera singular de percibir la realidad*. Es decir, sería interesante apreciar un trabajo que haga énfasis en la forma en como la apropiación del lenguaje específico en este caso sobre electricidad y circuitos eléctricos, permite a los estudiantes comprender el fenómeno y argumentar de una manera más cercana al campo científico.

Continuando con los principios propuestos en la TASC y abordados en esta investigación, se considera necesario seguir explorando otras formas de análisis de la información y otras estrategias para encontrar evidencias de aprendizaje que los involucren; en este sentido, se podrían abordar investigaciones que continúen indagando sobre las maneras para mejorar, por ejemplo, la habilidad de los estudiantes para formular preguntas o

la capacidad de aprender sistemáticamente de los errores que se comenten durante el proceso de aprendizaje.

Además, se considera necesario establecer otras relaciones con aquellos principios de la TASC que no fueron incluidas en este estudio, “principio de la conciencia semántica” “principio del desaprendizaje” “principio de incertidumbre del conocimiento” asuntos de corte epistemológico que no fueron ampliados en esta tesis y podrían aportar elementos interesantes para comprender este tipo de procesos en el marco de la aplicación de un proyecto.

En relación con lo anterior, el esquema propuesto en el capítulo 6 no es un producto finalizado, es importante hacer énfasis en que está adecuado a los objetivos de este trabajo y que podría ser adaptado a la luz de otros principios e interpretaciones, según los contextos y los propósitos de investigación.

Finalmente, se considera pertinente continuar abordando la enseñanza de la electricidad y los circuitos eléctricos desde problemáticas cercanas al contexto de los estudiantes; se requieren investigaciones que valoren el hecho de formar estudiantes críticos frente a lo que ocurre en sus comunidades, que no privilegien exclusivamente asuntos conceptuales y que, por el contrario, propongan materiales potencialmente significativos que involucren a los estudiantes en procesos que les permitan mejorar además, los procedimientos que privilegian para desarrollar sus proyectos y las actitudes que les permitirán, posiblemente, tomar decisiones responsables e inteligentes frente a las diversas situaciones que puedan emerger en el marco de un proyecto o incluso en su vida cotidiana.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, D. y Vergara, O. (2014). Las prácticas pedagógicas de los docentes del área de ciencias naturales, como alternativa para mejorar la calidad de la educación en el municipio de Sincelejo, *Escenarios*, 1(15), 21-39.
- Aguar Jr. O. G. (2016). Explanation, argumentation and dialogic interactions in science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*. 11. pp. 869–878
- Almudí, J. M. Zuza, K. Guisasola, J. (2016) Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), pp. 7-24
- Alves, D.T. de Souza S. (2011). Analise de metodologia baseada no sistema de ensino individualizado de Keller aplicada em um curso introdutorio de eletromagnetismo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 33(1), 1403
- Amelotti, I. Hernández, M. L. Abraham, L. Cavallo, M. J. Catalá, S. (2016). Alfabetización científica en el ámbito preescolar: primeros conocimientos como herramientas para la promoción de la salud y la prevención de la Enfermedad de Chagas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 13(1), pp. 192-202.
- Astudillo C. Rivarosa A. y Ortiz F. (2011). Formas de pensar la enseñanza en ciencias. Un análisis de secuencias didácticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol 10 (3), 567-586.
- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. *Formación Universitaria*, 9(3), 31-38.
- Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton
- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Ed. Paidós. Barcelona.
- Ausubel D., Novak, J. y Hanesian. (2003). *Psicología Evolutiva: Un punto de vista Cognoscitivo*. México: Trillas. (15ª Reimpresión).
- Bantuveris, K. (2013) 5 tips for engaging parent volunteers in the classroom. *Edutopia.org* George Educational Foundation. Recuperado de <https://www.edutopia.org/blog/strategies-for-engaging-parent-volunteers-karen-bantuveris>
- Barcellos, L. y Krey, I. (2014). Proposta de inserção de tópicos de física de partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de unidade de ensino potencialmente significativa. *Investigações em Ensino de Ciências*. 19(1), pp. 177-192.
- Barrios E., A. (2014). Una perspectiva histórica sobre la formación de maestros de ciencias naturales en Colombia. *Revista Historia de la Educación Colombiana*. 17(17), pp. 101-136
- Bazo, R. Borge, Z. Olazar, L. y Siri, R. Una propuesta para la formación de profesores en ciencias naturales. *La didáctica de las ciencias, tendencias actuales*, pp. 91-101
- Benítez, A., y García, M. (2011). Trabajos en Proyectos como Herramienta para Fortalecer las Habilidades Cognitivas en los Estudiantes. *Revista Formación universitaria*, Volumen 4, Número 2, (Pp. 27-36).
- Benítez, A. A., y García, M. L. (2013). Un primer acercamiento al docente frente a una metodología basada en proyectos. *Formación universitaria*, 6(1), 21-28.
- Benegas J., Villegas M., Pérez De Landazábal M. C. y Otero J. (2009) “Conocimiento conceptual de física básica en ingresantes a carreras de ciencias e ingeniería en cinco universidades de España, Argentina y Chile” *Rev. Iberoamericana de física*, vol. 5, nº 1, págs. 35-43
- BM de Almeida, M. J. Salvador, A. y RR Costa, M. M. (2014). Analogy for Drude’s free electron model to promote students’ understanding of electric circuits in lower secondary school. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 10(2) 020118(1)
- Bigeón, L. G. (2014). Competencias docentes en la formación de profesores de Ciencias Naturales para la construcción de aprendizajes significativos en entornos virtuales. El caso del ISFD nº 10 de Tandil. *Reseñas de Publicaciones y Entrevistas*. Año 5 - Número 9, pp. 98-101

- Blanchard, M. (2014) *Transformando la sociedad desde las aulas*. Madrid. Narcea Ediciones.
- Bottcher, F. Meisert, A. (2011). Argumentation in Science Education: A Model-based Framework. *Science & Education*. 20, pp. 103–140
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. y Freeman, L.C. 2002. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Boude, O. (2011). Pediatric: desarrollo de competencias en TIC a través del aprendizaje por proyectos. *Educación Médica Superior*. 25(2), pp. 116-124
- Buck Institute for Education (2015). Gold Standard PBL: Essential Project Design Elements 1-4, en [http://www.bie.org/object/document/gold\\_standard\\_pbl\\_essential\\_project\\_design\\_elements](http://www.bie.org/object/document/gold_standard_pbl_essential_project_design_elements) (25 de Junio de 2017)
- Buenfil, R.N. y Gálvez, V.A. (2014). La ciencia en los discursos escritos por estudiantes de Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2). pp. 271-290
- Buitrago M., Á. R. Mejía C., N. M. y Hernández Barbosa R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación Educativa*. 13(63). pp. 17-40. ISSN: 1665-2673
- Cao, Y. y Brizuela, B. M. (2016). High school students' representations and understandings of electric fields. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 12(2). 020102(19)
- Cardona R., D. (2008). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE. Manizales.
- Ceberio, M. Almudí, J. M. y Zubimendi, J. L. (2014). Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3). pp. 71-88
- Cenich, G y Santos, G. (2005). Propuesta de aprendizaje basado en proyecto y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea. *Revista Electrónica de Investigación 7* (2)
- Chen, Y-C. Hand, B. y Park, S. (2016). Examining Elementary Students' Development of Oraland Written Argumentation Practices Through Argument-Based Inquiry. *Science & Education* 25. pp 277–320
- Cheng, M.-F. y Brown, D. E. (2015). The Role of Scientific Modeling Criteria in Advancing Students' Explanatory Ideas of Magnetism. *Journal of research in science teaching*. 52(8), pp. 1053–1081

- Chin, C. y Osborne, J. (2010). Students' Questions and Discursive Interaction: Their Impact on Argumentation During Collaborative Group Discussions in *Science*. *Journal of research in science teaching*. 47(7), pp. 883–908
- Ching, Y-C y Hsu, Y-C. (2013). Peer Feedback to Facilitate Project-Based Learning in an Online Environment. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*. 14 (5)
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, Vol. 14 (1): 61-71.
- Coelho, G. R. Y Amantes, A. (2014). A influência do engajamento sobre a evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*. 13(1), pp. 48-72
- Collazos, C. A. (2009). Enseñanza de la conservación del momento angular por medio de la construcción de prototipos y el aprendizaje basado en proyectos. *Latin American Journal of Physics Education*. 3(2), pp. 427-432
- Collazos, C; Otero, H; Isaza, J y Mora, S. (2016). Enseñanza de la Electroestática por Medio de la Construcción de Prototipos de Bajo Costo y el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Formación Universitaria*. Vol.9 N°2.
- Cottle, D. y Marshal, R. (2016). Exploring electrical resistance: a novel kinesthetic model helps to resolve some misconceptions. *Physics Education*. 51, 054004
- Correa de Lima, S. Kojy y Takahashi, E. (2013). Desenvolvimento em Ensino de Física Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 35(2), 3501
- Cros, A. (2003). Convencer en clase. Argumentación y discurso docente. Barcelona: Ariel.
- Dega, B; Kriek, J y Fereja, T. Students' Conceptual Change in Electricity and Magnetism Using Simulations: A Comparison of Cognitive Perturbation and Cognitive Conflict. *Journal of Research in Science Teaching*. 50 (6)
- De Pro Bueno, A. y Rodríguez Moreno, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en educación primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), pp. 385–404
- Díaz, V. (2006). Formación Docente, práctica pedagógica y saber pedagógico. *Laurus Revista de educación*. Nro extraordinario. Caracas. Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Los Libertadores, 12, 88-103
- Díaz, B y Hernández-R (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw Hill, México, 232p.

- Domínguez, E; Matos, R; Castro, I; Molina, C. y Gómez, I. (2011) El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos. *Zona Próxima*, núm. 14, enero-junio, pp. 12-27
- Dounas-Frazer, D. R. Van De Bogart, K. L. Stetzer, M. R. y Lewandowski, H. J. (2016). Investigating the role of model-based reasoning while troubleshooting an electric circuit. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 12(1), 010137(20)
- Driver R., Squires A., Rushworth P. y Wood-Robinson V., (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor (traducción de Mara José Pozo Municio).
- Duda, G. y Ward, K. (2014). Student Epistemologies in Project-based Learning Courses. *American Association of Physics Teachers under a Creative Commons Attribution 3.0 license*. pp. 79-82
- Duda, G. y Ward, K. (2014). The Role of Student Reflection in Project-based Learning Physics Courses. Creighton University, 2500 California Plaza, Omaha, NE 68178
- Eraso-Checa, F; Narváez-Solarte, J; Lagos, C; Escobar, E y Eraso, O. (2014) Aprendizaje significativo por investigación: propuesta alternativa. *Revista científica*. N° 19
- Ekmekci, A. y Gulacar, O. (2015). A Case Study for Comparing the Effectiveness of a Computer Simulation and a Hands-On Activity on Learning Electric Circuits. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(4), pp. 765-775
- Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In S. Erduran & M. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. (pp. 47 – 69). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915 – 933.
- Espinoza, A. M. Pitton, E. Casamajor, A. y Aziz, C. (2012). Escribir para aprender ciencias naturales cuando los alumnos le dictan al docente. *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata
- Facultad de Educación. (2012). *Reglamento de Prácticas Académicas para los programas de pregrado de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia de la sede*

- Medellín y las sedes Regionales*. Acuerdo 284 Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Fagúndez Zambrano, T. y Castells Llavanera, M. (2012). La argumentación en clases universitarias de física: una perspectiva retórica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (2), pp. 153-174
- Fernández R., H. Á. y Ramírez G., R. (2011). Leer para investigar. *La colmena* 72, pp. 23-29
- Finkelstein, N., Hanson, T., Huang, C. W., Hirschman, B., y Huang, M. (2010). Effects of problem-based economics on high school economics instruction. Disponible en [https://ies.ed.gov/ncee/edlabs/regions/west/pdf/REL\\_20104012.pdf](https://ies.ed.gov/ncee/edlabs/regions/west/pdf/REL_20104012.pdf)
- Fosnot C. T. (1993) Rethinking science education: A defense of Piagetian constructivism. *Journal of Research in Science Teaching* 30(9): 1189–1201
- Furman, M y De Podestá. M (2009). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Aique Educación.
- Galagovsky, L y Adúriz, B, A (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales el concepto de modelo didáctico. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 19 (2), 231-242
- Gallego, R., Pérez, R., de Gallego, T. y Torres, L. (2004). Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: un estudio a partir de programas acreditados, *Ciência & Educação*, 10 (2), 219-234.
- García C., A. (2010), Comprensión del comportamiento eléctrico de los sólidos a partir de un conocimiento básico sobre la materia. un estudio exploratorio con alumnos de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 7(2), pp. 509-526
- García-Mila, M. Gilabert, S. Erduran, S. y Felton, M. (2013). The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. *Science Education*, 97(4). pp. 497–523
- Garmendia M; Garikano, X; Sierra, E y Manso, A. (2013). Developing teamwork efficacy factors: an experience in a Project Based Learning Context. *International Journal of Engineering Education*, 29 (3) pp. 752-762
- Garrigós S. y Valero G. (2012). Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(3), 125-151.
- Gashe, B. Kriek J. y Fereja T. (2013) Students' Conceptual Change in Electricity and Magnetism Using Simulations: A Comparison of Cognitive Perturbation and Cognitive Conflict. *Journal of Research in Science Teaching*. 50(6), pp. 677–698

- Guerchi G., E. y da Silva R., P. R. (2014). Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da educação de jovens e adultos. *Investigações em Ensino de Ciências*. 19(2), pp. 477-504
- Gómez G., A. A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista Educación y Pedagogía*, vol. XVIII, núm. 45, pp. 73-83.
- González S. C. (2015) Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia*. 40, pp. 1-15
- Godoy, V.A. Segrra, C. I. y Di Mauro, M.F. (2014). Una experiencia de formación docente en el área de Ciencias Naturales basada en la indagación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 11(3), pp. 381-397.
- Grace Oh, E. y Song Kim, H. (2016). Understanding Cognitive Engagement in Online Discussion: Use of a Scaffolded, Audio-based Argumentation Activity. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 17(5). pp 28-48
- Guisasola J., Zubimendi J., Almudí J. y Ceberio M. (2008) dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. *Enseñanza de las ciencias* 26 (2), 177-192.
- Guisasola, J. Zubimendi, J. L. Franco y F. Ceberio, M. (2010). Secuencia de enseñanza basada en la investigación, para mejorar la comprensión del concepto de capacidad eléctrica en primer curso de universidad. *Investigações em Ensino de Ciências*. 15(3), pp. 485-506
- Guisasola, J. Almudi, J. M. y Zuza K. (2013) University Students Understanding of Electromagnetic Induction, *International Journal of Science Education*, 35(16), 2692-2717, DOI: 10.1080/09500693.2011.624134
- Hadzigeorgiou, A. Klassen, S. y Froese, C. K. (2012) Encouraging a “Romantic Understanding” of Science: The Effect of the Nikola Tesla Story. *Science & Education*. 21, pp.1111–1138
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M., y Capraro, R. (2014). In-service Teachers’ Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal Of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76.
- Heno S, B. L. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva toulminina como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales

- Henao, B. L. Stipcich, M. S. y Moreira, M. A. (2010). Una perspectiva epistemológica moderada como nicho y condición de posibilidad para propiciar la enseñanza como argumentación. II Congres Internacional de Didactiques.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. 736, 1-656. Sexta Edición.
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigacion documental: guía teórico-práctica sobre construcción de estados del arte con importantes reflexiones sobre la investigación*. Señal Editora.
- Herrerías, C. y Isoard M. V. (2014). Aprendizaje en proyectos situados: la universidad fuera del aula. Reflexiones a partir de la experiencia. *Revista Electrónica de Educación Sinéctica*. pp. 1-16
- Imaz, J. I. (2015) Aprendizaje Basado en Proyectos en los grados de Pedagogía y Educación Social: “¿Cómo ha cambiado tu ciudad?”. *Revista Complutense de Educación*. 26(3), pp. 679-696
- Jaakkola, T. Nurmi, S. y Veermans, K. (2011). A Comparison of Students’ Conceptual Understanding of Electric Circuits in Simulation Only and Simulation-Laboratory Contexts. *Journal of Research in Science Teaching*. 48(1), pp. 71–93
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), pp. 359–370
- Jorrín A., I. M. (2016). La construcción de Rayuela: un modelo para la generación de diseños de investigación cualitativa, *Georgia Educational Researcher*: vol. 13(1), Artículo 4. DOI: 10.20429 / ger.2016.130104
- Karlin, M., y Viani, N. (2001). Project-based learning. Medford, OR: *Jackson Education Service District*. Retrieved. July 9, from <http://www.soesd.k12.or.us/>
- Kioupi, V y Arianoutsou, M. (2016). Greek Students Research the Effects of Fire on the Soil System through Project-based Learning. *Journal of Biological Education*, Vol. 50, No. 3, 304–319.
- Kontur, F. J. de La Harpe, K. y Terry, N. B. (2015). Benefits of completing homework for students with different aptitudes in an introductory electricity and magnetism course. *Review Special Topics - Physics Education Research*. 11(1), 010105(10)
- Kuhn, D Education for Thinking (2005) Harvard University Press, Cambridge, MA, USA, 209 pp.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and Learning Science as Argument. *Science & Education*. Pp. 810-824. DOI 10.1002/sce.20395

- Lacueva, A. (1998). La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto? *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 16: 1-17.
- Langbeheim, E. (2015) A project-based course on Newton's laws for talented junior high-school students. *Physics Education*. Vol 50. N° 4.
- Larmer, J; Mergendoller, J y Boss, S (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD book copublished with Buck Institute for Education. 240 pag. Disponible en [http://bie.org/blog/gold\\_standard\\_pbl\\_essential\\_project\\_design\\_elements](http://bie.org/blog/gold_standard_pbl_essential_project_design_elements)
- Larmer J. y Mergendoller J. *The Main Course, Not Dessert. How Are Students Reaching 21st Century Goals? With 21st Century Project Based Learning*. Disponible en [http://bie.org/object/document/main\\_course\\_not\\_dessert](http://bie.org/object/document/main_course_not_dessert)
- Larmer J. y Mergendoller J. (2015). “Why We Changed Our Model of the “8 Essential Elements of PBL””. *Buck Institute for Education*. Recuperado de [https://www.mathizaverb.com/uploads/Why\\_We\\_Changed\\_8EEs\\_article.pdf](https://www.mathizaverb.com/uploads/Why_We_Changed_8EEs_article.pdf)
- Lee, H.-J. y Lim, C. (2012). Peer Evaluation in Blended Team Project-Based Learning; What Do Students Find Important? *Educational Technology & Society*, 15(4), 214-224.
- Leinonen, R. H P Kesonen M.. y Hirvonen, P. E. (2016). Hidden circuits and argumentation. *Physics Education*. 51, 065018
- Leitão, S. (2009). «Arguing and Learning». Em: Lightfoot, Cynthia, Lyra, Maria y Valsiner, Jaan (Eds.). *Challenges and Strategies for Studying Human Development in Cultural Contexts*, pp. 221- 251. Rome: Firera & Liuzzo Group.
- Leone, M. (2014). History of Physics as a Tool to Detect the Conceptual Difficulties Experienced by Students: The Case of Simple Electric Circuits in Primary Education. *Science & Education*. 23, pp. 923–953
- Lerner, D. Aisenberg, B. y Espinoza A. La lectura y la escritura en la enseñanza de Ciencias Naturales y de Ciencias Sociales. *Anuario de investigaciones en ciencias de la educación*. Una investigación en didácticas específicas, pp. 529-541
- Lipman, M. (1998): *Pensamiento complejo y educación*. Madrid, De la Torre
- López de S. A., Ugalde G., A. I., Rodríguez, P. y Rico, A. (2015). La enseñanza por proyectos: una metodología necesaria para los futuros docentes. *Opción*, Año 31, No. *Especial 1*. Universidad de Zulia. Pp. 395 – 413
- López, E. (2015). Aprendizaje Basado en Proyectos para el desarrollo de las competencias profesionales del maestro: una propuesta de innovación docente desde la Didáctica de las Ciencias Sociales. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. N.º 29, pp. 25-41

- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*. N° 22 pp.41-60
- López, S., Veit, E. y Solano, I. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: un a evidencia de aprendizaje significativo crítico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), pp.117-132.
- Mainieri, A. M. (2015). Conocimientos teóricos y estrategias metodológicas que emplean docentes de primer ciclo en la estimulación de las inteligencias múltiples. *Revista actualidades investigativas en educación*. 15(1), pp.1-39.
- Majó, F. y Baqueró, M. (2014). *Los proyectos interdisciplinarios: 8 ideas clave*. Editorial Graó. Barcelona (España). E-book.
- Manso, J. y Ezquerro, A. (2014). Proyectos de investigación a través de la creación de audiovisuales: propuesta de actuación con alumnos del Programa de Diversificación Curricular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 11(1), pp. 54-67.
- Martí, E. Poveda, F. Gurguí, A. y Gil, D. (2011). Aprendizaje Basado en Proyectos en Ingeniería Informática. Resultados y Reflexiones de seis años de experiencia. *Simposio-Taller JENUI*
- Martí, J. A.; Heydrich, M. Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*. 6(158), pp. 11-21
- Martínez R., C. A. (2017). Ser maestro de ciencias: productor de conocimiento profesional y conocimiento escolar. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ISBN Impreso: 978-958-5434-41-7. ISBN Digital: 978-958-5434-42-4
- Martínez, G., Naranjo, F. L., Pérez, A. L., Suero, M. I., y Pardo, P. J. (2017). Meaningful learning theory in science education: Just another pedagogical trend? [La teoría del aprendizaje significativo en la enseñanza de las ciencias: ¿Una moda pedagógica más?] *Journal of Science Education*, 18(1), 19-23.
- Markham T., Lamer J. y Ravitz J. (2003). *Manual para el Aprendizaje Basado en Proyectos*. BIE. Adaptado para el español por la fundación Omar Dengo, Costa Rica.
- Mellado J., V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), pp. 289-30
- Melo, L. V. Cañada, F. Mellado, V. y Buitrago, A. (2016). Desarrollo del conocimiento didáctico del contenido en el caso de la enseñanza de la carga eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (2), pp. 459-475

- Melo, L. V. Cañada, F. Mellado y V. Buitrago, A. (2016). Conocimiento didáctico del contenido declarado durante la enseñanza de la fuerza eléctrica en bachillerato: estudio de caso. *TED*. pp. 45 – 63
- Mesa, J. M. Álvarez, J. V. Villanueva J. M. y de Cos, F. J. (2008). Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería. *Formación Universitaria*. 1(4), pp. 23-28
- Mettas, AC.y Constantinou, CC. The technology fair: a project-based learning approach for enhancing problem solving skills and interest in design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 2007, 18, 79-100
- Millar, R., y Osborne, J. F. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. Londres, GB: King's College London.
- Ministerio de Educación Nacional, (2004). *Formar en ciencias ¡El desafío! Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Series guía No 7. ISBN 958-691-185-3  
[https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional, (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales Versión 1*.  
[http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA\\_C.Naturales.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf)
- Mitchener, C.P. y Anderson, R.D. (1989). Teachers' perspective: developing and implementing an STS curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), pp. 351-369.
- Moursond D. (2007) *Aprendizaje Basado en proyecto utilizando la tecnología de la información*. International Society for Technology in Education, 2ª ed. Eugene – Oregon National Council Teachers Mathematics - NCTM, 1998). En <http://www.nctm.org/>
- Morales, L. y García O. (2015). Un aprendizaje basado en proyecto en matemática con alumnos de undécimo grado. *Revista de didácticas de las matemáticas* Números. 90, pp. 21-30
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, núm. 6, pp. 83-102.
- Moreira, M. A. (2004). Investigación básica en educación en ciencias: una visión personal. *Revista Chilena de Educación Científica*, 3(1): 10-17.
- Moreira, M. A. (2005) *Aprendizaje Significativo Crítico*. España: Indivisa, pp. 83 – 102. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/771/77100606.pdf>

- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico. Versión revisada y extendida de la conferencia dictada en el *III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de septiembre de 2000. Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, pp. 33-45 con el título original de Aprendizaje Significativo Subversivo. Publicada también en *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, nº 6, pp. 83- 101, en <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritesp.pdf> (20 de Junio de 2017)
- Moreira, M. A. (2010). Aprendizaje significativo crítico. *Versión revisada y extendida de la conferencia Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*, pp. 33-45. Traducción de Ileana Greca y María Luz pp. 1-25.
- Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. Sao Paulo - Brasil: Editora Livraria da Física.
- Muñoz-Cano, J. M. Maldonado-Salazar, T. y Bello, J. (2014). Desarrollo de proyectos para la formación de la competencia intercultural por estudiantes de medicina. *Fundación de Educación Médica*. 17 (3), pp. 161-169
- Nguyen, D.-H. y Sanjay Rebello, N. (2011). Students' difficulties with integration in electricity. *Review Special Topics - Physics Education Research*. 7(1), 01011(11)
- Osborne J. Erduran S. y Simon S. (2004) Enhancing the quality of argumentation in school science". *Journal of Research in Science Teaching* 41, 994-1020.
- Osborne, J. (2012). The role of argument: Learning how to learn in school science. En B. J. Fraser, K. Tobin, y C. McRobbie (Eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol 24. Springer, Dordrecht
- Osorio, B., Mejía, L., Osorio, J., Campillo, G. y Covaleda, R. (2015). El papel de la actividad experimental en la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo en la educación superior. *Revista Científica*. 22, pp. 85-96.
- Oyuela, D. I. y Garzón, I. (2011). Secuencia de enseñanza para la presentación del análisis del fenómeno de inducción electromagnética. *Revista Científica*. Volumen Extra. 5º Congreso Nacional De Enseñanza De La Física. Universidad Pedagógica Nacional (U. P. N), Universidad Distrital Francisco José de Caldas (U. D. F. J. C) Bogotá, Colombia.
- Paixao, M. de F. y Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), pp. 69-77

- Patton, A. (2012) *Work that Matters: The teacher's guide to project-based learning*, London: Paul Hamlyn Foundation.
- Psillos D. (1998) Teaching introductory electricity. In A. Tiberghien, E.J. Jossem & J. Barajos (Eds.) *Connecting research in physics education with teacher education*. International commission on physics education. Ver <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/E4.html>
- Pepper, R. E. Chasteen, S. V. Pollock, S. J. y Perkins, K. K. (2012). Observations on student difficulties with mathematics in upper-division electricity and magnetism. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 8(1), 010111
- Perrenoud, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida: ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* Barcelona: Graó.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação*. 21(2). pp. 307-327
- Pozo, J.I y Gómez, M.A. (2013). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid, Séptima Edición, Morata.
- Preston, C. (2016). Effect of a Science Diagram on Primary Students' Understanding About Magnets. *Research in Science Education*. 46, pp. 857–877
- Quintero, O y Bonilla, G. (2016). Prácticas pedagógicas para la enseñanza de las Ciencias Naturales desde la metodología del ciclo didáctico y enfoque investigativo, *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, Séptimo Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, Bogotá, Colombia, 12-14 de octubre.
- Ravanal Moreno, E. Ramírez Viovy, P. Muñoz Madariaga, E. e Ibáñez Latorre, E. (2013). Análisis de un texto de argumentación científico escolar: de los estudiantes al profesor. *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. Memorias del VII Encuentro Nacional de Experiencias en la Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental y II Congreso Nacional de Investigación en la Enseñanza de la Biología. pp 954–964
- Regalado-Méndez A., Delgado-Vidal F.K., Martínez-López R.E. y Peralta-Reyes E. Balanceo de Ecuaciones Químicas Integrando las Asignaturas de Química General, Álgebra Lineal y Computación: Un Enfoque de Aprendizaje Activo. *Formación Universitaria*, 7(2), 29-40 (2014).
- Remacha, A. y Belletich, I. (2015). El método de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en contextos educativos rurales y socialmente desfavorecidos de la educación infantil. *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*. 54(1), pp. 90-109

- Restrepo-Gómez, B. (2005). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Pedagogía Universitaria*. 8. Pp. 9-19
- Revel, Meinardi y Adúriz-Bravo. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciencia & Educação*. 20 (4) pp. 987-1001
- Reyes, D. (2015). Didáctica del campo eléctrico: perspectiva del profesor de física en formación inicial. *Revista Científica*, 21, pp. 97-110
- Reyes, D. Romero, G. P. y Bustos E. H. (2017). Concepciones didácticas en la enseñanza del campo eléctrico. *Revista Científica*, 27, pp. 172-180
- Reyes, J. D. y Martínez, C. A. (2013). Conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del campo eléctrico. *TED*. / ISSN 0121- 3814, pp. 37 – 60
- Ríos Beltrán, R. y Cerquera Cuéllar, M.Y. (2013). Sobre la formación de maestros en Colombia: una mirada desde la relación entre conocimientos pedagógicos y disciplinares. *Pedagogía y Saberes*. No. 39. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Educación, pp. 21-32
- Rivera, D. (2016). Repensando la formación de licenciados en ciencias naturales y educación ambiental, *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, Séptimo Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, Bogotá, Colombia, 12-14 de octubre.
- Rosales, F. G. Mercado, V. M. Monasterolo, R. R. y Ribotta, S. L. (2016). Implementación de un Laboratorio de Física en Tiempo Real para el Aprendizaje Activo de Circuitos Eléctricos. *Formación Universitaria*. 9(6), pp. 3-12. Doi: 10.4067/S0718-50062016000600002
- Rodríguez Bello, L. I. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*. 5(1).
- Rodríguez, E. y Cortés, M. (2010). Evaluación de la estrategia pedagógica “aprendizaje basado en proyectos”: percepción de los estudiantes. *Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP*, 15(1), pp. 143-158.
- Rodríguez, E. Vargas, E.M. y Luna, J. (2010). Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos”. *Educación Educadores*. 13(1), pp. 13–25
- Rosales, F; Mercado, V; Monasterolo, R y Ribotta, S. (2016). Implementación de un Laboratorio de Física en Tiempo Real para el Aprendizaje Activo de Circuitos Eléctricos. *Formación. Universitaria*, 9, 6.
- Ruiz O., F. Márquez, C. y Tamayo O. E. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3). pp. 53-70

- Ruiz O. F. J., Tamayo A. O. E. y Márquez Bargalló, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 41(3). pp. 629-646
- Sadaghiani, H. (2011). Using multimedia learning modules in a hybrid-online course in electricity and magnetism. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 7(1), 010102(7)
- Safadi, R. Safadi, E. y Meidav M. (2017). Reflection on solutions in the form of refutation texts versus problem solving: the case of 8th graders studying simple electric circuits. *Physics Education* 52, 015013.
- Salazar, E. (2012). Aprendizaje significativo y organización de la enseñanza: un modelo basado en la teoría Ausubel. México: Universidad del Valle de México. Recup. de <http://cadel2.uvmnet.edu/porta/ple/assignaturas/mesxxi/contenido/unidad5/aprendizaje.pdf>
- Salzano, E y Moreira, M.A. *Aprendizaje Significativo en la Escuela*. Curitiba - Brasil: Editora CRV, 2017.
- Sampson, V y Clarck, D. (2008). Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. *Science Education*, 92 (3) 447-472
- Sanjurjo, L. (2017). La formación en las prácticas profesionales en debate. *Revista del Cisen Tramas/Maepova*, 5 (2), pp. 119-130.
- Sanmartí, N; Izquierdo, M y García, P (1999). Hablar y Escribir, una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, 54-58.
- Sanmartí P., N. Pipinote V. y C. Sardà J., A. (2009). Argumentación en clases de ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. VIII Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. pp. 1709- 1714. (ISSN 0212-4521).
- Sanjosé, V. y Torres, T. (2014). Generación de preguntas sobre información no textual: una validación empírica del modelo obstáculo-meta en la comprensión de dispositivos experimentales de ciencias. *Universitas Psychologica*, 13(1), 357-368.
- Sardà J., A. y Sanmartí P., N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Investigación Didáctica. Enseñanza de las Ciencias*. 18 (3), pp. 405-422
- Savelsbergh, E. R., de Jong, T. y Ferguson-Hessle, M.G. (2011). Choosing the right solution approach: The crucial role of situational knowledge in electricity and magnetism. *Review Special Topics - Physics Education Research*. 7(1), 01010(12)

- Scaife, T.M. y Heckler†, A. F. (2011). Interference between electric and magnetic concepts in introductory physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 7(1), 010104(11)
- Serrano, G.P. (1998). Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I. Métodos. Madrid, La Muralla S.A. 230 p.
- Simona, S. Erduranb, S. y Osborne J. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*. 28, Nos 2–3, 15, pp 235-260
- Slough, S. y Milam, J. (2013). Theoretical framework for the design of STEM project-based learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.) Project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach (2nd Edition, pp. 15-28). Rotterdam, The Netherlands: Sense
- Smith, D. y van Kampen, P. (2011). Teaching electric circuits with multiple batteries: A qualitative approach. *Review Special Topics - Physics Education Research*. 7(2), 020115(10)
- Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Eds. Morata S. L.
- Teixeira, P.F., Veit, E.A. y Moreira, M.A. (2010) A study about the learning of students who worked with computational modeling and simulation in the study of simple electric circuits. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 9(3), pp. 569-595
- Thomas J.W. (2000) This Research Review and the Executive. Ver web [http://www.bie.org/research/study/review\\_of\\_project\\_based\\_learning\\_2000](http://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000)
- Thomaz, M.F. Cruz, M.N. Martins, I.P. y Cachapuz, A.F. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de las ciencias*. 14 (3), pp. 315-32
- Torres, J. J. (2010). Construcción del conocimiento en educación superior a través del aprendizaje por proyectos. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*. 21(1), 1er Cuatrimestre, pp. 137-142
- Traver, J. y Pérez, J. M. (2009). Dedicación de los estudiantes en un contexto de aprendizaje cooperativo basado en proyectos: medición, análisis e implicaciones. *Journal of Latin-American Learning Technologies*. 4(2), pp. 117-128
- Toulmin, S (2003). *Regreso a la razón*. Barcelona, Ediciones Península.
- Valero García, M. y García Zubía, J. (2011). Cómo empezar fácil con PBL. *Actas de las Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI)*- <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11951/a13.pdf>

- Wallace, C. S. y Chasteen, S. V. Upper-division students' difficulties with Ampère's law. *Review Special Topics - Physics Education Research*. 62, 0201158(8)
- Walker A. y Leary H. (2009) A Problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning* 3 (1), 12-43.
- Zohar y Nemet (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*. 39 (1) pp. 35-62.



## ANEXOS

### ANEXO A. Términos de participación Generación N

#### Generación N

#### Términos de participación para equipos docentes e instituciones educativas

#### ¿Qué es Generación N?

**Generación N** es un proyecto de la Corporación Ruta N y el Parque Explora, que se integra a la estrategia “Medellín Territorio STEM+H” liderada por la Secretaría de Educación de Medellín, el cual beneficiará a más de 1500 estudiantes de educación primaria, básica y media de instituciones educativas oficiales del municipio, por medio del trabajo directo con sus maestros.

Esta iniciativa respaldará a aquellos docentes e instituciones educativas que se encuentran en busca de nuevas formas de acercar el mundo de la escuela al mundo por fuera de ella y generar sinergia entre las prácticas educativas y los desafíos de nuestra sociedad, que requieren de competencias siglo XXI tales como el trabajo colaborativo, la comunicación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

**Generación N** ofrece una oportunidad para que los docentes exploren e incorporen el **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)** como estrategia pedagógica en el aula, de manera que los estudiantes integren los conocimientos STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) junto con otras áreas académicas, para interpretar el mundo y contribuir a resolver sus problemas, incorporando en el proceso el uso de herramientas tecnológicas.

El **Aprendizaje Basado en Proyectos** es un “método sistemático de enseñanza que involucra a los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos y habilidades a través de un proceso extendido de indagación, estructurado a través de preguntas complejas y auténticas y tareas y productos cuidadosamente diseñados” (Manual para el ABP, Fundación Omar Dengo).

Ver video introductorio del ABP en <https://youtu.be/r9jXmI-jnTo>

**Generación N** contribuye al desarrollo profesional de los maestros y su comunidad educativa. Durante seis meses se desarrollarán actividades para apoyar a los docentes en el diseño, ejecución y evaluación de proyectos bajo el enfoque ABP, así como en la apropiación de algunas tecnologías que les permitan guiar a sus estudiantes en un proceso de prototipado hacia un producto final que responda a un problema o necesidad identificada con ellos.

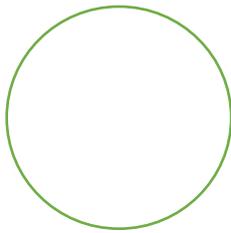


## ANEXO B1. Instrumento de indagación de ideas previas estudio I

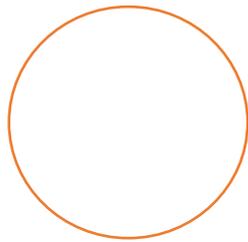
Nombre: \_\_\_\_\_

1. Para la siguiente lista de materiales se sugiere agrupar en 2 categorías: Conductores y no conductores. Justifica la clasificación:

**Madera, Cobre, Plástico, cerámica, Hierro, Mercurio, Vidrio, Oro, Magnesio**



Conductores



No  
conductores

---

---

---

---

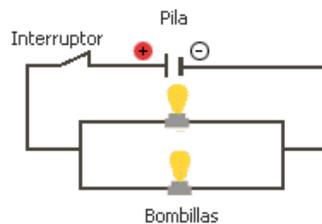
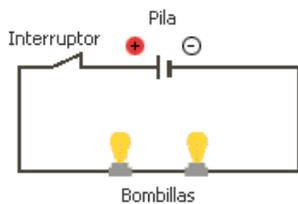
---

---

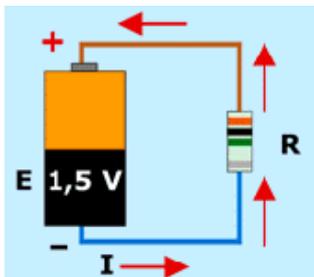
---

---

2. ¿Existe alguna diferencia entre los dos diagramas? ¿Qué permite que las bombillas puedan ser encendidas? ¿Cuál es la función de los componentes descritos en los diagramas (bombilla, interruptor, pila)? Además de usar bombillas, ¿Qué otros componentes podrían funcionar debido al uso de un circuito?



3. Construya un párrafo en cual explique ¿Qué entiende por electricidad y cuál es su importancia para el hombre?
4. ¿Cuál es el significado de cada uno de los símbolos descritos en el esquema? ¿Qué significado tienen las flechas?




---

---

---

---

---

---

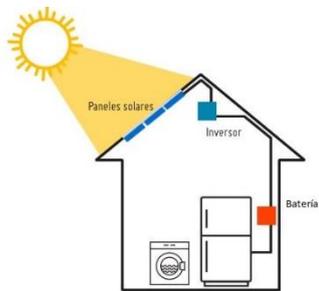
## ANEXO B2. Instrumento de indagación de ideas previas estudio II

### Pajarito: Comunidad Solar



Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

A continuación, se presentan cuatro situaciones relacionadas con el concepto “electricidad”, argumenta tu respuesta según tus conocimientos.

<p><b>Situación 1 (Hacer):</b> Se presenta una pila y una bombilla, ¿Cómo conectarías la bombilla a la pila eléctrica para que ésta encienda?. Representa el evento mediante líneas o trazos. ¿A qué se debe que la bombilla encienda? ¿Cómo explicas que la bombilla se encienda inmediatamente? ¿Qué pasa si usamos más de dos bombillas para la misma batería?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	<p><b>Situación 2 (Saber) :</b> Para cada una de las preguntas que se presentan a continuación, qué respuesta darías según tus conocimientos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Qué sabes sobre la “electricidad”?</li> <li>¿Qué efectos produce la “electricidad”?</li> <li>¿Qué fuentes de “electricidad” conoces?</li> <li>¿Qué es y con qué se mide la corriente eléctrica, el voltaje (o diferencia de potencial) y la potencia eléctrica? ¿En que unidades?</li> <li>¿Qué es la “electricidad”? : una sustancia, una energía, una fuerza.</li> <li>¿De qué sustancias (interior y exterior) se hacen los cables? ¿Sabes por qué?<sup>6</sup></li> </ol>
<p><b>Situación 3 (ser):</b></p> <p>¿Cómo reducir el gasto de energía eléctrica en nuestros hogares o nuestra institución educativa? Propón varias acciones para lograrlo.</p>	<p><b>Situación 4 (Saber):</b></p> <p>Los paneles solares son una alternativa para la producción de energía eléctrica. ¿Cómo es posible convertir la energía solar en energía apta para el funcionamiento de aparatos eléctricos? ¿Qué conoces de los elementos indicados en la imagen?</p> <div style="text-align: center;">  </div>

<sup>6</sup> Tomado de De Cudmani y Fontdevila. (1990) Concepciones previas en el aprendizaje significativo del electromagnetismo. Enseñanza de las Ciencias 8(3). Pág 220.

## ANEXO C1. Bitácora del estudiante estudio I.

Nombre del grupo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

### Seguimiento al proyecto

A continuación se presentan los aspectos propuestos para el seguimiento a tu proyecto

Propósitos	Preguntas orientadoras
Lluvia de ideas	Actividades desarrolladas
Reflexiones finales	Compromisos

**ANEXO C2. Bitácora del estudiante estudio II.**

<b>Bitácora de aprendizaje del grupo</b>	
Nombre del grupo y miembros:	Fecha:
¿Qué objetivos nos trazamos?	¿Qué logramos en esta sesión?
¿Qué sigue? ¿Cuáles son los compromisos?	¿cuáles son las <b>preguntas</b> , inquietudes, o problemas que quedan?
¿Qué aprendimos?	

**Bitácora elaborada con base en las actividades, reflexiones e insumos obtenidos del estudio I.**

**ANEXO D1.** Guía para la entrevista semiestructurada - Estudio I –

<ol style="list-style-type: none"> <li>1- ¿Cuál es su nombre, edad y primera impresión respecto al proyecto que recién iniciamos?</li> <li>2- ¿Cuál es tu rol y función en el proyecto?</li> <li>3- ¿Cómo es posible que la electricidad llegue a nuestros hogares?</li> <li>4- ¿Qué es electricidad?</li> <li>5- ¿Qué problemáticas se han identificado en nuestra comunidad a la luz de este proyecto?</li> <li>6- ¿Qué es energía limpia?</li> <li>7- ¿Por qué es necesario implementar energías limpias en nuestra vereda?</li> <li>8- ¿Qué tipo de energía trabajan en su proyecto y por qué la seleccionaron?</li> <li>9- ¿Cuál es el proceso para transformar la energía que seleccionaron en energía eléctrica?</li> <li>10- ¿Qué tienen que saber sobre electricidad para desarrollar su proyecto? ¿Cómo funciona un circuito eléctrico, un motor?</li> <li>11- ¿Tienen algún objetivo, pregunta o cronograma planteado?</li> <li>12- ¿Qué sector de la vereda seleccionaron para impactar y por qué?</li> </ol>	<p>Componente conceptual y asuntos relacionados con el proyecto</p>
---	---

**ANEXO D2** Guía para la entrevista semiestructurada - Estudio II –

<ol style="list-style-type: none"> <li>1- ¿Qué es electricidad?</li> <li>2- Si te piden describir el concepto electricidad con una palabra, ¿cuál de las siguientes usarías y por qué?:</li> <li>3- “un campo”, “una sustancia que se mueve”, “una fuerza”, “energía”</li> <li>4- ¿Cómo crees que se produce la electricidad?</li> <li>5- ¿Qué maneras conoces para obtener electricidad?</li> <li>6- ¿Cuáles son los componentes de un circuito eléctrico? ¿Qué tiene que suceder para que funcionen adecuadamente?</li> <li>7- ¿Cuándo se dice que un circuito está en serie, en paralelo o que es mixto?</li> <li>8- ¿Cuáles son los posibles efectos que se producen al utilizar un circuito eléctrico?</li> <li>9- Menciona algunos materiales conductores y aislantes</li> <li>10- ¿Cómo defines Corriente eléctrica, voltaje y potencia? ¿Cuáles son las unidades de medida y los instrumentos de medición?</li> </ol>	<p>Componente conceptual</p>
---	------------------------------

<p><b>11-</b> ¿Qué papel juega el hombre en la producción u obtención de electricidad?</p> <p><b>12-</b> ¿Qué relación consideras que tiene la electricidad con la contaminación? Efectos contaminantes en su producción, dependiendo de la fuente de energía que se utilice.</p> <p><b>13-</b> ¿Cómo se distribuye la electricidad? ¿Cómo llega la electricidad a tu hogar?</p> <p><b>14-</b> ¿Si tuvieras la posibilidad de interactuar con un experto en electricidad, ¿qué pregunta le harías?</p> <p><b>15-</b> ¿Qué medio o instrumentos utilizarías para explicar a una persona que no sabe nada sobre electricidad, algunas de sus características?</p>	<p>Componente ambiental y procedimental</p>
<p><b>16-</b> ¿Qué son los paneles solares? ¿Cómo es su funcionamiento? ¿Cuál es el proceso para transformar energía solar en energía eléctrica?</p> <p><b>17-</b> ¿Cuáles son los componentes de un panel solar?</p> <p><b>18-</b> ¿Cuál es tu rol y función en el proyecto?</p> <p><b>19-</b> Describe brevemente en que consiste el proyecto al cual perteneces.</p>	<p>Proyecto</p>

**ANEXO E.** Cuestionario sobre percepción de los participantes.

Asuntos previos	1	¿Cuál fue el principal motivo de inscripción en esta línea de trabajo?
	2	¿Qué conocía sobre el ABPy antes de seleccionar la línea de investigación?
ABPy	3	¿Cree usted que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) fue importante para su formación?
	4	¿Fue difícil seleccionar y formular su proyecto de investigación? Si, No
	5	¿El tiempo estipulado para el desarrollo y aplicación del proyecto fue el adecuado?
	6	¿Considera que los materiales, equipos de laboratorios y demás recursos fueron los suficientes para la ejecución del proyecto?
	7	¿Qué elementos considera necesarios para la implementación de un proyecto?
Seminario	8	¿Se aplicaron los conceptos vistos en el seminario para la formulación de su proyecto?
	9	¿Cree usted que la forma de realizar el proyecto durante los semestres I y II fue la adecuada?
	10	¿Está conforme con la forma de realizar los avances (entregas) del proyecto?
	11	¿Cuál/es de los siguientes asuntos considera de mayor relevancia para la investigación?: Asuntos pedagógico-didácticos, Metodología de investigación, Asuntos epistemológicos, Asesoría externa - Parque Explora, Diagnóstico del contexto
	12	¿Este tipo de metodologías para el aprendizaje satisfacen sus expectativas?
	13	¿Usted considera que la orientación para el desarrollo del trabajo por parte de los docentes asesores fue la adecuada?

## ANEXO F. Valoración externa del trabajo de grado.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
COMITÉ DE PRÁCTICAS

<b>Título</b>	
<b>Autor(a) o autores</b>	
<b>Asesor(a)</b>	
<b>Lector externo</b>	
<b>Fecha de la valoración</b>	

### PROPÓSITO:

El propósito de la valoración del trabajo de grado es cualificar la producción académica de los maestros en formación de la Licenciatura, resultado de las Prácticas Pedagógicas con enfoque investigativo, mediante el análisis de cada uno de sus componentes y como requisito previo a su socialización ante la Comunidad Académica. Tal como lo expresa el reglamento de prácticas pedagógicas en su capítulo IV.

### ORIENTACIONES PARA DILIGENCIAR ESTE INSTRUMENTO:

Respetado lector externo, integrante del jurado, el Comité de Prácticas de la Facultad considera de suma importancia la valoración de los trabajos de grado, comprendiendo su evaluación como un proceso que se constituye en recurso de formación y en oportunidad de aprendizaje para los Maestros en Formación.

Le solicitamos diligenciar el siguiente instrumento, el cual ha sido diseñado a partir de los **componentes** que debe tener el trabajo de grado, los respectivos **criterios de evaluación** que permitan valorar las cualidades de cada componente, un espacio para que escriba la **valoración** que otorga, atendiendo a la escala que para tal fin se fija a continuación y una casilla donde podrá escribir **observaciones y sugerencias**. Si se han omitido aspectos que Usted considera que son importantes, inclúyalos en este instrumento. Si el espacio del formato no es suficiente, utilice hojas adicionales.

ESCALA DE VALORACIÓN	
5	No requiere ningún tipo de ajuste o adecuaciones
4	Requiere pocas correcciones y algunas precisiones
3	Requiere trabajar sobre este criterio en profundidad
2	Es ítem insuficiente y requiere un buen número de ajustes
1	El ítem está ausente o fue abordado de forma inadecuada y se sugiere repetirlo.
N/A	En el caso que no aplique para el trabajo.

### Aspectos formales de la presentación del texto

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN	OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS
La portada está diseñada atendiendo a lo establecido por las normas técnicas para este tipo de trabajos.		
El título del trabajo de grado es llamativo e integra de manera coherente tanto el tema como el contenido del mismo.		
El diseño de la tabla de contenido es una guía orientadora para los lectores del trabajo.		
Presenta un resumen comprensible, sencillo, informativo, preciso, completo y que no excede las 300 palabras.		
Referencia adecuadamente los textos citados en el contenido del trabajo y lo hace teniendo en cuenta las normas APA sugeridas.		
La redacción es clara y concisa con una adecuada organización de las ideas.		
Ortografía y gramática adecuadas.		
Las tablas y gráficas poseen su debida identificación.		

### Aspectos relacionados con la calidad académica del texto

El problema de investigación está claramente planteado y delimitado, teniendo en cuenta la pertinencia y viabilidad de la investigación.		
El objetivo general tiene una estructura que permite visualizar el qué, el cómo y el para qué y es consecuente con el tema del trabajo y la pregunta de investigación.		
Los objetivos específicos guardan relación y coherencia con el objetivo general y se corresponden con objetivos de investigación.		
La pregunta o las preguntas de investigación delimitan el problema, son comprensibles para el lector y son viables y coherentes con la metodología de investigación propuesta.		
Los antecedentes dan cuenta de los estudios e investigaciones precedentes por medio de una selección y revisión de literatura válida y confiable para el problema que se investiga.		
Se presentan y desarrolla de manera coordinada y coherente los marcos teóricos de referencia relativos al problema de investigación permitiendo así su comprensión y abordaje.		
El enfoque metodológico y el diseño propuestos son los pertinentes para el tipo de problema de investigación que se formuló.		

Se describe claramente el contexto en el que se realiza la investigación.		
Se presenta la población, muestra o participantes de la investigación, con una breve caracterización (en caso de que aplique). Y sus criterios de selección.		
Se presentan los instrumentos, técnicas o estrategias para la recolección de los datos utilizados.		
Contempla el procedimiento de análisis con las respectivas técnicas e instrumentos para analizar la información recolectada a través del proceso de investigación de la Práctica Pedagógica.		
Existe relación entre el problema, los objetivos y la metodología propuesta.		
Se presentan claramente los datos recolectados y el tratamiento estadístico que se les practicó - en estudios cuantitativos -, así como los datos recolectados y los análisis efectuados - en estudios cualitativos -.		
La presentación de los datos está acompañada de tablas, cuadros, gráficas, dibujos, diagramas, mapas y figuras generados por el análisis y la síntesis, que facilitan su comprensión. ( si aplica)		
Se evidencia un tratamiento ético a la información y los participantes del proyecto.		
Las conclusiones y las recomendaciones se desprenden del análisis de la información recolectada y constituyen aportes a futuros procesos investigativos.		
Las recomendaciones se hacen en función de cualificar los procesos seguidos para incorporarlas en otras investigaciones.		
Consistencia interna: coherencia entre perspectiva teórica, objetivos, metodología, interpretaciones, resultados, conclusiones		

### **Aspectos referidos al aporte a la formación y al campo de conocimiento**

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>VALORACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS</b>
Se concluye acerca de la importancia de este ejercicio investigativo y su aporte para la formación docente.		
Se formulan nuevas preguntas que darían continuidad a este trabajo o que darían lugar a otras investigaciones en esta misma línea de indagación.		

**¿Recomienda usted la aprobación de esta producción académica como trabajo de grado?**

Marque con una X su respuesta y argumente el porqué de su decisión:

APROBADO	APROBADO CON MODIFICACIONES	NO APROBADO
Aplica en los casos en que el informe da cuenta satisfactoria de todos o la gran mayoría de los ítems valorados y por lo tanto puede presentarse a la comunidad académica sin correcciones.	Aplica en los casos en que se recomienda trabajar en los criterios o realizar precisiones de los mismos, pero son modificaciones que pueden hacerse en corto tiempo y que no afectan el sentido mismo del informe presentado. En estos casos el estudiante realiza las modificaciones y puede presentar ante la comunidad académica sus resultados. Dichas modificaciones serán revisadas por el asesor.	Aplica cuando es necesario replantear el trabajo o corregir en profundidad muchos elementos. En estos casos el estudiante no puede hacer su presentación pública hasta no agotar las correcciones y obtener el visto bueno del jurado sobre ellas.

De acuerdo con el acuerdo académico 0203 del 20 de febrero de 2002, El Consejo Académico de la universidad ha definido que puede otorgarse una distinción a los mejores trabajos de grado, por recomendación unánime del Jurado. En este sentido le solicitamos valorar si el presente a su juicio merece ser reconocido con tal distinción.

RECOMIENDO EL TRABAJO PARA DISTINCIÓN ESPECIAL SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta. En ambos casos es necesaria, pero es indispensable en el caso de que su respuesta sea afirmativa.

**OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS PARA RESALTAR O PARA CUALIFICAR ESTE TRABAJO DE GRADO:**

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

Firma del JURADO: \_\_\_\_\_

**ANEXO G.** Formato de preguntas para el seguimiento al trabajo grupal.

<b>PREGUNTA</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
¿Qué funciones he cumplido como___?					
Mi desempeño al interior del grupo ha sido: superior, alto, básico o bajo. ¿Por qué?					
Respecto a mi grupo de trabajo pienso:					
¿Qué falta para finalizar mi proyecto?					
El objetivo final de mi proyecto es:					

## ANEXO H1. Consentimiento informado para participantes estudios I y II.

### INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO

#### FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

**Ciudad y Fecha:** Medellín, 11 de agosto de 2016.

**Título:** El aprendizaje basado en proyectos (ABPy) y su aporte al aprendizaje significativo de conceptos asociados a la electricidad desde una mirada crítica.

**Objetivo General:** Propiciar el aprendizaje significativo de conceptos asociados a la electricidad y los circuitos eléctricos utilizando la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos.

Yo, \_\_\_\_\_, padre de familia del estudiante: \_\_\_\_\_ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a Christian Fernney Giraldo Macias, docente de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco y estudiante del doctorado en Educación (Enseñanza de las Ciencias) en la Universidad de Burgos, España, para la realización de los siguientes procedimientos:

1. Grabación en formatos de audio - video y toma de fotografías durante las sesiones de trabajo
2. Realización de prototipos experimentales sobre electricidad y magnetismo
3. Acompañamiento a los proyectos a desarrollar

Adicionalmente se informó que:

- La participación en esta investigación es libre y voluntaria y mi hijo se puede retirar en cualquier momento
- No se recibirá beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar el rendimiento académico de mi hijo(a) y sus conocimientos acerca del electromagnetismo.
- Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán publicados en la memoria de tesis de este trabajo y en artículos en revistas de investigación educativa. Los estudiantes serán nombrados con un pseudónimo para asegurar la confidencialidad y seguridad de los mismos.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea. Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados, y de forma consciente y voluntaria:

DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

NO DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

Firma: \_\_\_\_\_

CC.

**ANEXO H2.** Consentimiento informado para lugar de aplicación.

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO**  
**SOLICITUD PERMISO PARA INTERVENCIÓN INVESTIGATIVA**

**Ciudad y Fecha:** Medellín, 9 de agosto de 2016.

**Rectora:** Gladis Elena Arboleda Lopera

**Título:** El aprendizaje basado en proyectos (ABPy) y su aporte al aprendizaje significativo de conceptos asociados a la electricidad desde una mirada crítica.

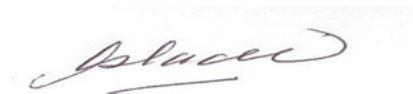
**Objetivo General:** Propiciar el aprendizaje significativo de conceptos asociados a la electricidad y los circuitos eléctricos utilizando la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos.

**Población:** Estudiantes de grado Décimo

Yo, Christian Fernney Giraldo Macias, docente de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco y estudiante del doctorado en Educación (Enseñanza de las Ciencias) en la Universidad de Burgos, España. Solicito autorización e informo a los directivos docentes del lugar donde laboro, el inicio del proyecto de investigación ya descrito, el próximo jueves 11 de agosto de 2016. Los padres de familia de los estudiantes han recibido un consentimiento informado (ver anexo) para atender a la normatividad vigente.

Los resultados que se puedan obtener durante el tiempo de desarrollo de este proyecto (2 años aproximadamente), serán publicados en revistas educativas y presentados en eventos nacionales e internacionales, que podrían hacer mención al nombre de la institución. Para garantizar la privacidad de los participantes se utilizan seudónimos. Además, se realizarán grabaciones de audio y video, registro y prácticas experimentales sobre electromagnetismo.

Espero contar con su colaboración y aval para dar inicio a este proyecto.



Cordialmente

Autoriza: Gladis Elena Arboleda Lopera

Christian Fernney Giraldo Macias  
CC 8064056

## ANEXO II. Lluvia de ideas (Brainstorming) estudio I

Estudiante	Ideas iniciales
E1	<i>Me parece que podríamos utilizar algo así parecido a la energía eólica y ponerlos en la ubicación donde se reciba mucho viento u otra opción sacar la energía de las plantas que sería como la biomasa y así intentar crear una energía que llene toda la institución vieja o 1 etapa, antes de que se industrializara.</i>
E2	<i>Las mejores alternativas serían la utilización de paneles solares, para almacenar energía limpia, esto aprovechando la climatología del lugar, de igual forma, se podrían usar aerogeneradores, aprovechando los vientos para suplir las necesidades energéticas.</i>
E3	<i>Construir un dispositivo que nos permita generar electricidad de forma casera y entender cómo funciona.</i>
E4	<i>Utilizar energía geotérmica, este tipo de energía se produce a través de la extracción del calor interno del planeta, así entre más calor más energía se conseguirá y al encontrarnos en una zona montañosa es más probable la recolección de este tipo de energía. Como punto negativo veo que podría afectar la parte ecológica de pajarito al realizar este tipo de agujeros.</i>
E5	<i>En la vereda pajarito se puede emplear muchas alternativas de energía ya sea solar, energía eólica, energía de biomasa, etc. Todo esto para disminuir la contaminación que creamos con otras fuentes de energía. Me gustaría enfocarme e implementar alguna de estas energías en la fábrica de velas ya que es un gran contaminante en la vereda pajarito.</i>
E6	<i>Puede haber energía hidráulica por medio de cascadas en las quebradas de la zona. Energía térmica aprovechando el calor solar de esta zona. Con pequeños molinos encima de las casas también podríamos aprovechar la energía eólica</i>
E7	<i>Una alternativa podría ser implementar la energía hidráulica en pequeñas quebradas, Ya que al ser una zona rural implica varios estrechos de esta clase.  Con este sistema se llevaría a abastecer la zona de alumbrado público o casas aledañas mediante la adaptación de un molino</i>

<b>E8</b>	<i>Elaborar dos maquetas del colegio, una va a representar la sede antigua y la otra el colegio en general con las tres sedes como lo conocemos en la actualidad; la energía que va a llegar a estas maquetas será a partir de Energía de la biomasa</i>
<b>E9</b>	<i>En este proyecto queremos mirar como en la vereda pajarito el transporte a llegado de una manera contaminante, para esto haremos un proyecto lo cual se enfocará en el metro cable para esto se hará una maqueta la cual tendrá un funcionamiento por medio de: Molinos de vientos y/o Paneles solares</i>
<b>E10</b>	<i>Producción de energía eléctrica a partir de un cultivo de arroz</i>
<b>E11</b>	<i>Mi idea para el proyecto es representar en una maqueta una nueva forma de energía limpia mediante los rayos solares, recrear una vivienda e instalarle algunos paneles solares caseros o ya creados, para implementarlos en esta casa y sustentarla con una energía limpia, tener una conexión para poder ser guardada en una batería</i>
<b>E12</b>	<i>Una alternativa de energía limpia para la vereda pajarito sería la energía eólica porque está produce energía eléctrica a través del viento, esta energía funcionaría bien en pajarito porque está vereda está ubicada en una zona donde se presentan muchos vientos y esta es una energía renovable que no contamina.</i>

**ANEXO I2.** Cronograma de actividades del proyecto y “contrato de trabajo” (Estudios I - II)

**A) Cronograma de actividades Estudio I.**

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>	
<b>DIA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Jueves 11 de agosto	Lanzamiento del proyecto – presentación de cronograma de actividades - gran pregunta
Martes 16 de agosto	Conformación de grupos – Brainstorming – no vienen.
Jueves 18 de agosto	Presentación de formatos de seguimiento y evaluación – aplicación de instrumento de indagación de ideas previas Asignación de citas para entrevista.
Lunes 22 de agosto	Secuencia didáctica 1: ¿Qué tiene que ver el científico Nikola Tesla con la invención de los sistemas eléctricos modernos?
Martes 23 de agosto	Secuencia Didáctica 1
Jueves 25	Secuencia Didáctica 1
Lunes 29 de agosto	Actividad Experimental: manejo del multímetro
Martes 30 de agosto	Actividad Experimental2: Medición de resistencia y voltaje: demostración
Jueves 1 de septiembre	Asesorías
Lunes 5 de septiembre	Clase sobre argumentación científica.
Martes 6 de septiembre	Construcción de modelo argumentativo
Jueves 8 de septiembre	Asesorías
Lunes 12 de septiembre	Secuencia Didáctica 2: ¿De dónde viene la energía eléctrica que utilizo en mi casa?
Martes 13 de septiembre	Secuencia Didáctica 2
Jueves 15 de septiembre	Secuencia Didáctica 2
Lunes 19 de septiembre	Actividad Experimental: Electrodinámica
Martes 20 de septiembre	Actividad Experimental: Medición de corriente: Demostración
Jueves 22 de septiembre	Asesorías

Lunes 26 de septiembre	Clase sobre argumentación científica
Martes 27 de septiembre	Construcción de argumento
Jueves 29 de septiembre	Asesorías
Lunes 3 de octubre	Instrumento de evaluación
Lunes 10 de octubre	Revisión final del artículo para la revista – Asignación de citas para entrevista
Lunes 17 de octubre	Publicación Edición especial de la Revista UpoCiencias

### B) Cronograma de actividades estudio II.

<i>Pajarito Comunidad Solar</i>			
<i>Semana</i>	<i>Hora</i>	<i>Actividad</i>	<i>Descripción</i>
1	6h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lanzamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bienvenida (escarapelas, cronograma del día y presentación del proyecto).</li> <li>Distribución de grupos.</li> <li>Escrito sobre las pasiones y talentos de los estudiantes (rúbrica, entrevista y exposición)</li> <li>Refrigerio</li> <li>Acta de conformación del proyectos y acuerdos (contrato)</li> <li>Aplicación de instrumentos de indagación de ideas previas (Pretest)</li> <li>Productos esperados y cronograma de trabajo (10 semanas)</li> <li>Cierre del evento evaluación"</li> </ul>
2	6h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lectura de contexto</li> <li>Historia de la electricidad <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocimiento del programa "MiT App Inventor" (app) y "GDevelop (videojuegos)"</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recorrido por la vereda para recolección de datos y lluvia de ideas.</li> <li>La historia de Nicola Tesla y "La guerra de las corrientes"</li> <li>Instalación y reconocimiento del entorno de trabajo con los programas gratuitos "Mit App inventor y GDevelop"</li> </ul>
3	6h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nombremos nuestra App y elaboración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lluvia de ideas para el diseño y la elección de un logo y un nombre para las</li> </ul>

		<p>de logo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuestro primer boceto</li> </ul>	<p>aplicaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de un primer boceto para las aplicaciones.</li> </ul>
4	12h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salida de campo: Festival de construcción y prototipado.</li> <li>• Laboratorio Circuitos eléctricos <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acercamiento al esquema de argumentación.</li> </ul> </li> <li>❖ Construyendo nuestra Aplicación. Parte 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia a un evento de ciudad, denominado “Festival de construcción y prototipado”</li> <li>• Laboratorio sobre circuitos eléctricos para la identificación de componentes básicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Observación de video y lectura sobre paneles solares. Reconocimiento del esquema de argumentación.</li> </ul> </li> <li>❖ Inicio en la construcción de las aplicaciones según los programas seleccionados.</li> </ul>
5	12h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita al laboratorio de “Ruta N” sobre celdas solares. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nuestro primer esquema de argumentación.</li> </ul> </li> <li>▪ Laboratorio corriente eléctrica, potencia y voltaje.</li> <li>❖ Construyendo nuestra Aplicación. Parte 2</li> <li>❖ Taller elaboración de Video Juegos: Experto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita de reconocimiento a un laboratorio en el cual se trabaja con celdas solares. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Construcción del primer esquema de argumentación.</li> </ul> </li> <li>▪ Laboratorio para identificar instrumentos y unidades de medida, relacionados con la corriente eléctrica, la potencia y el voltaje.</li> <li>❖ Continuación en la construcción de las aplicaciones.</li> </ul>
6	2h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio paneles solares 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio para reconocer los componentes de un panel solar y su funcionamiento.</li> </ul>
7	6h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio paneles solares 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Video intro (app) y Grabación en audio (Video Juego)</li> </ul> </li> <li>❖ Construyendo nuestra App parte 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio para reconocer los componentes de un panel solar y su funcionamiento.</li> <li>▪ Elaboración de video en formato “StopMotion” para incrustar en las aplicaciones móviles y grabación de audio para incrustar como relato de inicio en los videojuegos.</li> <li>❖ Continuación en la construcción de las aplicaciones.</li> </ul>

8	2h	Asesorías y exposiciones parciales	Revisión por grupos y exposiciones de avances.
9	2h	Construcción de esquema final y aplicación de postest.	Construcción del esquema de argumentación, considerando los elementos trabajados en los laboratorios y en la salida de campo. Aplicación de instrumento "Postest"
10	6h	Socialización: Feria de la Ciencias Institucional y Feria Parque explora.	Socialización del proyecto

### C) Mi grupo y nuestro "contrato de trabajo".

NOMBRES:

**PREGUNTA ORIENTADORA**

**MI ROL**

**PROBLEMAS IDENTIFICADOS**

**MIS COMPROMISOS**

- Nos comprometemos a respetar a mis compañeros, a aceptar sus sugerencias y a realizar críticas constructivas.
- Nos comprometemos a cuidar el material de trabajo, los espacios institucionales y a representar responsablemente a nuestra institución.
- Nos comprometemos a compartir los resultados de nuestro trabajo.
- Nos comprometemos a seguir una bitácora que dará cuenta de nuestro trabajo durante las actividades desarrolladas.
- Nos comprometemos a dar lo mejor de nosotros para sacar adelante nuestro proyecto.

**ANEXO J1.** ¿Qué tiene que ver el científico Nicola Tesla con la invención de los sistemas eléctricos modernos?

## **¿Qué tiene que ver el científico Nikola Tesla con la invención de los sistemas eléctricos modernos?**

### **Introducción:**

La electricidad es un fenómeno cotidiano en nuestra vida, haciéndola más cómoda. En la naturaleza la electricidad es generada por algunos animales como las luciérnagas, cocuyos o algunos peces en el fondo del mar, también se evidencia en algunos fenómenos como los rayos durante las tormentas. En la búsqueda de la generación artificial de un flujo de electrones, los científicos se dieron cuenta que un campo magnético induce en una sola dirección un flujo de electrones a través de un cable metálico u otro material conductor; no obstante, usando un campo magnético rotatorio se puede cambiar la dirección del flujo de los electrones. La frecuencia con la que se produce el cambio de dirección se mide en hercios (60 Hz, es decir, 60 veces por segundo). Estos cambios de direcciones en el flujo de electrones es lo que dio origen a la corriente continua y a la corriente alterna respectivamente. Gracias a los dos tipos de energía eléctrica, se pueden utilizar dispositivos pequeños y de manera portátil como el celular, reproductores de música y video, juguetes eléctricos, etc y también dispositivos grandes como la lavadora, licuadora horno microondas etc.

**¡Bienvenido, Nikola Tesla y Thomas Edison son tus nuevos amigos!**

### **Actividad 1. Corrientes**

La siguiente actividad de aprendizaje tiene como fin brindar la oportunidad de conocer la historia de la evolución sobre la corriente eléctrica y su importancia en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esta actividad comprende tres momentos:

#### **Momento 1: Guerra de las corrientes.**

En éste se muestra un video donde se aborda la tensión que se dio entre Thomas Edison y Nikola Tesla, quienes presentaron sus modelos teóricos de corriente continua y alterna respectivamente. El video se muestra de forma interrumpida donde cada episodio es seguido por una serie de interrogantes, los cuales son discutidos de forma conjunta por los estudiantes.

- a. ¿Quiénes fueron Thomas Édison, Nicola Tesla?
- b. ¿En qué consistió la Guerra de las Corrientes?
- c. ¿Qué diferencias y similitudes existen entre corriente continua y alterna?
- d. ¿Qué papel desempeñaron George Westinghouse, Jr y John Pierpont Morgan en la Guerra de las Corrientes?
- e. ¿Qué aspectos económicos del momento influyeron en la guerra de las corrientes?
- f. ¿Por qué la corriente alterna superó a la corriente continua?



2. Con el propósito de que contextualices el papel clave que jugó el descubrimiento de la corriente eléctrica en el desarrollo industrial de la humanidad, realiza la siguiente consulta:
  - a. Enumera 5 inventos de Thomas Édison y Nicola Tesla y, de qué manera éstos influyeron en el desarrollo industrial de la humanidad.
  - b. ¿De qué manera influyó el descubrimiento de la corriente alterna en el desarrollo industrial y cultural del mundo?

## **Momento 2: Corriente continua y corriente alterna.**

1. Ahora vas a ver una animación sobre corriente continua y corriente alterna. Toma nota y responde las preguntas que a continuación se te presentan.

### **Corriente continua (CC) y corriente alterna (CA)**

El fenómeno físico que se da por el movimiento de los electrones (flujo de electrones) a través de un conductor se denomina corriente eléctrica. Así, se ha determinado dos clases, a saber: corriente continua (CC) y corriente alterna (CA).

La Corriente Continua (CC) se da por el movimiento de los electrones en la misma dirección a lo largo de un circuito eléctrico. Dichos electrones fluyen continuamente desde la terminal negativa (ánodo) a la positiva (cátodo) de este circuito (ej., las baterías o pilas).

El movimiento de los electrones a lo largo de un alambre conductor en direcciones opuestas, cuando no está conectado a una fuente de voltaje (batería) alcanza un equilibrio dinámico,

es decir, el número de electrones que se mueven hacia adelante es mismo de los que se desplazan hacia atrás. Esta situación, da como resultado un cambio de carga nulo, por tanto, ninguna carga neta se transporta a lo largo del circuito.

En el momento en el que el alambre conductor esté conectado por los extremos a la fuente de voltaje (batería), se genera un campo eléctrico el cual hace que los electrones comiencen

a moverse en una misma dirección. Desde luego, que el movimiento de los electrones no es en línea recta, dado que, éstos chocan constantemente con otros electrones y con los núcleos de los átomos del conductor.

La anterior situación hace que los electrones pierdan energía en cada choque. Para superar dicha dificultad energética, se hace necesario colocar a distancias cortas de la red eléctrica una serie de dinamos con el fin de incrementar el voltaje perdido. Por ejemplo, una línea de Corriente continua de aproximadamente 800 m comienza a perder cantidades considerables de energía, de ahí que, se hace necesario que en este rango se establezcan estaciones de distribución eléctrica para las áreas bajo en consideración, además, utilizar conductores cuyo material sea de cobre de alta calidad.

La corriente eléctrica alterna (CA) es el fenómeno que se genera por el movimiento de los electrones en ambas direcciones a través del alambre conductor, cuando éste en forma de espira rota en el seno de un campo magnético externo. Así pues, la dirección de movimiento de los electrones está cambiando constantemente, por ejemplo, en Latinoamérica dicho cambio tiene una frecuencia de 60 veces por segundo, en cambio en Europa es de 50 veces por segundo o Hz. El anterior hecho se da porque el generador que produce la corriente eléctrica invierte periódicamente su polaridad en cada vuelta completa de la espira, convirtiendo el polo positivo en negativo y viceversa.

Un aspecto relevante de la corriente alterna es el de la poca pérdida de energía durante el movimiento de los electrones. Naturalmente,

que dicho fenómeno se da porque los electrones al vibrar dentro del conductor no chocan con ningún obstáculo, por lo tanto, no pierden energía. Debido a este fenómeno físico se puede enviar energía a cientos de millas, porque los electrones en sí viajan sólo una distancia muy pequeña antes de transferirle su energía a otros electrones.

La corriente alterna a través del transformador, permite elevar la tensión (alta tensión) de

una forma eficiente, disminuyendo en igual proporción la intensidad de la corriente, por lo tanto, la misma energía puede ser distribuida a largas distancias con bajas intensidades de corriente y, con bajas pérdidas de voltaje debido a otras causas relacionada con los materiales de conducción.

Finalmente, la corriente alterna (CA) se transporta a través de las redes eléctricas distribuidas en diferentes áreas urbanas y rurales, ya sea de forma subterránea o aérea. De esta manera se le suministra corriente eléctrica a la gran mayoría de lugares del planeta Tierra.

En este sentido, los dispositivos eléctricos funcionan con corriente alterna, sin importar en qué dirección se estén moviendo los electrones, puesto que la misma cantidad de corriente atraviesa un circuito sin importar la dirección de la corriente.

2. Responde las siguientes preguntas sobre corriente.
  - a. ¿En qué consiste la corriente alterna y la corriente continua?
  - b. ¿Qué ventajas y desventajas tiene cada una de las corrientes?

### **Momento 3: Debate.**

1. En esta oportunidad vas a ser parte de uno de los grupos según la distribución asignada por tu profesor: a la mitad del grupo le asigna el papel de Thomas Edison y a la otra el de Nikola Tesla.

El debate se focalizará en defender la influencia que ejercieron los modelos de corriente continua y corriente alterna en el desarrollo el sistema masivo de electrificación desde las perspectivas de los anteriores científicos. Para ello, deberán consultar los diferentes elementos que aportaron dichas teorías al fenómeno en consideración.



2. Una vez terminado el debate realiza una reelaboración histórica acerca de la corriente eléctrica y sus creadores de forma escrita, con cohesión y coherencia teniendo en cuenta para ello: Los sistemas que utilizaron Thomas Edison y Nicola Tesla para la producción de energía eléctrica masiva y las consecuencias de desarrollo científico y tecnológico para el bienestar de la sociedad.

### **Actividades tomadas de:**

Contenidos para Aprender por Ministerio de Educación Nacional de Colombia. 2015

[http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G\\_10/S/menu\\_S\\_G10\\_U05\\_L01/index.html](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_10/S/menu_S_G10_U05_L01/index.html)

## ANEXO J2. ¿De dónde viene la energía eléctrica que utilizo en mi casa?

**Introducción:** En la actualidad, la electricidad se ha convertido en un bien tan indispensable para el desarrollo de las actividades cotidianas tanto que para la mayoría de la gente que puebla este planeta Tierra, es prácticamente imposible ya poder vivir sin los beneficios que esta produce, por ejemplo, sería improbable e imposible que yo les esté hablando por este medio sobre ella.

Algunos contenidos	Algunos problemas y preguntas Guía
Materiales	Una serie de luces navideñas de 400 focos y los bombillitos de color rojo no prenden. Un mecanismo para resolver la situación podría ser conectar las luces, cambia el primero foco por el de repuesto, y si sigue la falla cambia el 2do por el de repuesto, si sigue la falla cambia al 3ro.... así hasta completar todos los focos necesarios. Si después de realizar el procedimiento anterior, no enciende las luces ¿Qué deberías hacer?
Circuito elemental	¿Por qué crees que se enciende el led? ¿Bajo qué condiciones permanecerá encendido éste? ¿Qué es lo que fluye al bombillo y es transformado en luz? ¿Qué fluye a través del bombillo y pasa al otro lado de este?
Sentido de la corriente eléctrica utilizando un campo magnético	Sabemos que los que fluyen en el interior de los conductores cuando se aplica un voltaje (diferencia de potencial) son los electrones. ¿Ahora como sabemos en qué dirección fluye?
Corriente continua y corriente alterna	Lectura ¿Qué consecuencias tiene el movimiento desordenado de los electrones tal como las continuas colisiones con los núcleos atómicos para el cable y la trasmisión de la corriente eléctrica?
Componentes	¿Qué papel desempeña la batería o pila en un circuito eléctrico? Describe ¿Qué sucede con la luminosidad del Bombillo al conectar dos pilas? ¿Aumenta o disminuye? ¿Qué puedes decir de la luminosidad del bombillo, a medida que se van conectando en serie más pilas en el circuito? ¿Aumenta, disminuye o sigue igual? Explica ¿Observa que magnitudes entre voltaje, corriente y resistencia permanecen constantes?
Circuitos en serie y en paralelo	¿Cuál es el recorrido de la energía eléctrica en este circuito? ¿Cómo es la iluminación de las dos lámparas respecto a una lámpara? ¿Aumento o disminuyo? Explica.

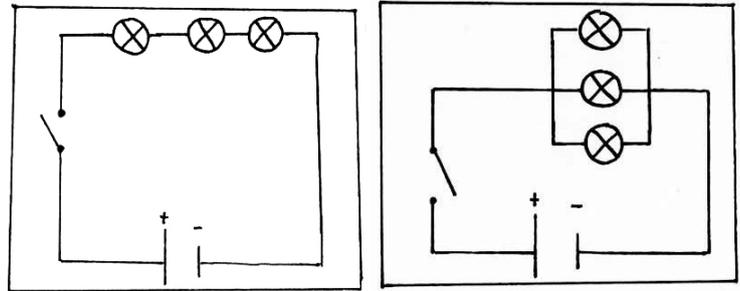
**El desarrollo completo de cada una de las actividades se puede ampliar en:**

Contenidos para Aprender por Ministerio de Educación Nacional de Colombia. 2015

[http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G\\_11/S/SM/SM\\_S\\_G11\\_U05\\_L02.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_11/S/SM/SM_S_G11_U05_L02.pdf)

## ANEXO K. Actividades Experimentales

<b>Práctica 1. Electricidad por rozamiento</b>	
Objetivo:	Observar, estudiar e interpretar varios fenómenos de electrización por rozamiento.
Materiales:	<b>D)</b> Trocitos de papel o bolitas de icopor <b>E)</b> Carpeta plástica <b>F)</b> Un bolígrafo o una regla de plástico. <b>G)</b> Un trapo de lana. <b>H)</b> Un peine de plástico.
Desarrollo	Frota el bolígrafo o la regla de plástico con el trapo de lana. A continuación, acerca los trocitos de papel a las bolitas de icopor sin llegar a tocarlas.
Observar y describir	
Elabora un dibujo	
	Frota la carpeta plástica con el trapo de lana y acércalo al chorro del agua del grifo (tiene que ser un chorro muy fino).
Observar y describir	
Elabora un dibujo	
	Pasa el peine por el pelo limpio y seco, y observa qué pasa.
Observar y describir	
Elabora un dibujo	
Conclusiones	¿Crees que la regla o el bolígrafo tenían la propiedad de atraer a los papelitos antes de que los frotases? ¿Por qué crees que ocurren estos fenómenos al frotar los objetos con el trapo de lana?
Para acabar, haz una valoración de la práctica que acabas de realizar.	

<b>Práctica 2. Montaje de circuitos en serie y en paralelo.</b>	
Objetivo:	Observar las diferentes formas de conexión de los elementos de un circuito. Entender los efectos que se obtienen con cada conexión.
Materiales:	<b>I)</b> 1 pila. <b>J)</b> Chinchetas. <b>K)</b> 3 bombillas. <b>L)</b> Clips. <b>M)</b> Cable conductor. <b>N)</b> Tijeras o pelacables. <b>O)</b> Soporte de corcho.
Desarrollo	Realizar los montajes de los circuitos en serie y en paralelo, los cuales ya han sido explicados previamente, así:  
Diferentes materiales	Utiliza diferentes materiales y baterías para el montaje de los circuitos.
Observar y describir (semejanzas y diferencias)	
Afloja una de las bombillas y observa qué pasa.	Contesta las siguientes preguntas a partir de las observaciones que has realizado con los montajes. Observa las bombillas de los dos circuitos. Di si producen la misma luz o si alguna da más luz.  ¿Qué pasa cuando aflojas una de las bombillas del circuito 1?  ¿Qué pasa cuando aflojas una de las bombillas del circuito 2?  ¿Qué podemos afirmar sobre la conexión en serie? ¿Y en paralelo?
Para acabar, haz una valoración de la práctica que acabas de realizar.	

**Práctica 3. Materiales conductores y aislantes.**

Objetivo:	Clasificar varios materiales en conductores y aislantes, teniendo en cuenta el significado de esta propiedad.		
Materiales:	<b>P) Material:</b> Soporte de corcho. Una pila de 4,5 voltios. Un portalámparas. Cuatro clips. Cable eléctrico. Una bombilla. <b>Q) Para clasificar:</b> Un trozo de madera. Un trozo de papel. Una mina de lápiz. Agua. Una pieza de plástico. Un tornillo de hierro. Papel de aluminio. Sal.		
Desarrollo	Monta un circuito sencillo (puede ser en serie o en paralelo) Coloca los diferentes materiales entre los clips y anota tus observaciones en una tabla como ésta.		
Completa la tabla	<b>Material</b>	<b>Si enciende/No enciende</b>	<b>Luminosidad Alta/Baja</b>
	Madera		
	Hierro (Fe)		
	Papel		
	Plástico		
	Mina de lápiz		
	Aluminio (Al)		
	Agua (H <sub>2</sub> O)		
	Agua con Sal (H <sub>2</sub> O + NaCl)		
Observar y describe los resultados.			
Contesta	¿Qué materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica? ¿Cuáles no lo son? ¿Cómo puedes saber si un material es mejor conductor que otro? ¿El agua es buena transmisora de la electricidad? ¿Y el agua con sal? ¿Cuál es el motivo de esta diferencia?		
Para acabar, haz una valoración de la práctica que acabas de realizar.			

<b>Práctica 4. Efecto calorífico</b>	
Objetivo:	Construir un aparato que aproveche el efecto calorífico de la corriente eléctrica para cortar materiales con punto de fusión bajo.
Materiales:	<b>R)</b> Un soporte de madera. <b>S)</b> Cable de nicromo fino. <b>T)</b> Cable de conexiones. <b>U)</b> Un clip. <b>V)</b> Dos clavos largos y delgados. <b>W)</b> Cuatro pilas de 4,5 voltios. <b>X)</b> Dos chinchetas. <b>Y)</b> Un trozo de icopor y de plástico fino.
Desarrollo	Realiza el montaje siguiendo las indicaciones del profesor: Clava los dos clavos perpendiculares en la madera. Únelos con el cable de nicromo. Une las pilas con cable de conexiones, tal como indica el dibujo. Conéctalo al interruptor. Cierra el circuito y deja que el cable se caliente. (Cuidado: no toques el cable porque te puedes quemar.) Intenta cortar el icopor y el plástico.
Observar y describe los resultados.	
Responde las preguntas	Explica con tus palabras qué ha pasado en el interior del cable.
Contesta	¿Qué materiales son buenos conductores de la corriente eléctrica? ¿Cuáles no lo son? ¿Cómo puedes saber si un material es mejor conductor que otro? ¿El agua es buena transmisora de la electricidad? ¿Y el agua con sal? ¿Cuál es el motivo de esta diferencia?
Para acabar, haz una valoración de la práctica que acabas de realizar.	

Las cuatro prácticas presentadas han sido tomadas y adaptadas parcialmente de:

Aula – La corriente eléctrica, en

[http://www.jmuozzy.org/files/NEE/sobredotado/MATERIALES\\_POZ/3.PROGRAMAS\\_DE\\_ENRIQUECIAMIENTO/SECUNDARIA/LA\\_CORRIENTE\\_ELECTRICA.pdf](http://www.jmuozzy.org/files/NEE/sobredotado/MATERIALES_POZ/3.PROGRAMAS_DE_ENRIQUECIAMIENTO/SECUNDARIA/LA_CORRIENTE_ELECTRICA.pdf)

## ANEXO L Formato Salida Pedagógica.

### Pajarito: Comunidad Solar Guía de trabajo: "Reconociendo nuestro contexto"

<b>Preguntas propuestas</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. ¿Sabe usted leer el componente eléctrico en su factura de servicios públicos?</li><li>2. ¿Cuál es el valor y el consumo de energía según datos registrados en su factura de empresas públicas?</li><li>3. ¿Qué alternativas utilizas para reducir el gasto de energía eléctrica en tu hogar?</li><li>4. ¿Qué sabes acerca del uso de paneles solares? ¿Cómo funcionan, cuáles son sus costos y beneficios?</li></ol>	
<b>Otras preguntas que surjan durante la entrevista:</b>	
<b>Observación</b>	
<b>Focos de contaminación</b>	<b>Prácticas + y –</b>  <i>Indague sobre la cantidad de electrodomésticos, el tiempo de conexión y otras prácticas que logre identificar.</i>
<b>Trazado de mapa</b>	
<b>Recomendaciones:</b> debemos ubicar los lugares visitados. En rojo, marcar los focos de contaminación, en verde las prácticas positivas, en azul las negativas y en negro los recursos identificados.	
<b>INDICACIONES GENERALES:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Salude, presentase y pida permiso para realizar la actividad. El respeto es fundamental.</li><li>2. No arroje basuras y conserve el silencio y la calma.</li><li>3. Explique que se está realizando un trabajo sobre paneles solares y nos interesa realizar algunas preguntas para conocer elementos del proyecto.</li><li>4. Si le permiten, tome fotografías (guarde la foto con un número o el nombre para no confundir la identificación de la misma)</li><li>5. Si le solicitan información adicional sobre la actividad o le van a entregar información que las personas no tengan a la mano, puede dar el correo electrónico <a href="mailto:upociencias@gmail.com">upociencias@gmail.com</a></li><li>6. Si su formato de acaba, utilice el cuaderno para completar la información.</li><li>7. Despidase y agradezca.</li></ol>	

## ANEXO M. Guía de afinación del proyecto.

### GUÍA DE AFINACIÓN DE PROYECTO

#### *Propuesto en el marco del proyecto de ciudad GENERACIÓN N*

Es una herramienta utilizada para la retroalimentación de un proyecto nuevo entre un equipo docente. Puede ser usada con los estudiantes para ajuste de sus proyectos como una estrategia de coevaluación.

**Normas:** Duro con el contenido, suave con las personas. Sea amable, útil y específico. Promueva la participación activa de todos.

#### **Roles:**

Presentador (puede ser una persona o un grupo)

Participantes (grupo que da críticas constructivas)

Moderador (Da palabra y cuida el cumplimiento de las normas, los roles y los pasos)

#### **Pasos:**

##### **Resumen** (5 min)

- El presentador da una visión general del proyecto, explicando brevemente las 8 características de diseño de proyectos ABP.
- Los participantes escuchan y observan.

##### **Aclaración de dudas** (5 min)

- Los participantes hacen preguntas, no sugerencias. Ejemplo: ¿Cómo se evaluará si se cumplieron los objetivos de su proyecto? Evitar usar frases como: ¿Has considerado...?
- El presentador responde con sinceridad

##### **Pregunta** (1 min)

- El presentador plantea una pregunta específica de algún aspecto que aún no ha definido o no tiene claro del proyecto y quisiera recibir ayuda

##### **Discusión** (10 min)

- El presentador se ubica físicamente atrás del grupo, guarda silencio durante la discusión y toma nota.
- Los participantes discuten el proyecto teniendo en cuenta (8 min):
  - a. Retroalimentación positiva: ¿Qué puntos fuertes vemos en el diseño del proyecto?
  - b. Oportunidades de crecimiento: el grupo toma una posición más crítica del proyecto y plantea sugerencias.
- Cada uno de los participantes escribe sus opiniones en el formato de evaluación del proyecto en discusión (2 min)

##### **Respuesta** (2 min)

- El presentador tiene la oportunidad de responder a la discusión. No es necesario responder punto por punto a lo que otros dijeron. El presentador puede compartir lo que pensó y qué ideas podrían ser tomadas en cuenta como resultado de la discusión.

---

**Se repite el anterior protocolo para todos los proyectos presentados.**

**Una vez se terminen todos los proyectos se finaliza con los siguientes pasos:**

**Puesta en común** (5 min) - El moderador conduce una conversación sobre la observación del proceso del Afinación de Proyecto.

**Cierre** (3 min) - Todo el grupo comparte una conclusión personal, ya sea del proceso o del proyecto.

ANEXO N. Propuesta de conformación línea de práctica pedagógica ABPy – Universidad de Antioquia.

**PROPUESTA PRÁCTICA PEDAGÓGICA – APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS**

*Versión resumida de la propuesta*

**Autores:**

Diana Paola Martínez Salcedo

Christian Fernney Giraldo Macias

Docentes de cátedra y estudiantes de Doctorado en Educación.

**Problemática o ámbito de la reflexión**

Una de las dificultades más comunes en todo proceso de enseñanza y aprendizaje, radica en el hecho de que los estudiantes presentan serias dificultades para leer, escribir y comunicar lo que aprenden. Sanmartí, Izquierdo y García (1999) mencionan al respecto, que uno de los objetivos de la clase de Ciencias es enseñar a hablar y escribir ciencias, porque para aprender esta materia los alumnos deben poder expresarse en clase, oralmente, por escrito o mediante dibujos, dado que sólo así podrán contrastar sus ideas y desarrollarlas.

Adicionalmente, se ha hecho presente en el sector educativo, que las temáticas que se les presentan a los estudiantes no son cercanas a su contexto, lo que genera en ellos desmotivación y apatía por aprender conceptos.

*¿Cómo podría el ABPY ayudar a superar las dificultades enunciadas anteriormente?*

Emplear el ABPY como estrategia didáctica se considera relevante en la experiencia educativa, al considerar que: (a) La metodología de proyectos es una estrategia para el aprendizaje que permite el logro de aprendizajes significativos, porque surgen de actividades relevantes para los estudiantes, y contemplan muchas veces objetivos y contenidos que van más allá que los curriculares. (b) Permite la integración de asignaturas, reforzando la visión de conjunto de los saberes humanos. (c) Permite organizar actividades en torno a un fin común, definido por los intereses de los estudiantes y con el compromiso adquirido por ellos. (d) Fomenta la creatividad, la responsabilidad individual, el trabajo colaborativo y la capacidad crítica, entre otros. Maldonado (2008)

Teniendo en cuenta lo anterior, la metodología basada en proyectos, tal y como lo mencionan Martí et al. (2010) no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica y una de sus características principales es que está orientado a la acción.

En este sentido, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPY), permite resolver problemas en contexto y centra la atención en el estudiante.

Con base en lo anterior, pensamos que la reflexión debe centrarse en la estrategia didáctica que los docentes utilizan para favorecer el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes en un contexto específico y en la necesidad de analizar la práctica docente en las aulas de clase; es en este sentido, donde el ABPY permite generar una serie de condiciones que son favorables para el trabajo en grupo y que le otorgan al estudiante la tarea de abordar los conceptos desde múltiples perspectivas. Imaz (2014) resalta algunas características del ABPY, que son foco de discusión en diversas investigaciones en educación:

- Presentan situaciones en las que el alumno aprende a resolver problemas no resueltos utilizando conocimiento relevante.
- El trabajo se centra en explorar y trabajar un problema práctico con una solución desconocida.
- Muchas veces pueden demandar la aplicación de conocimientos interdisciplinarios. Así, en el desarrollo de un proyecto, el alumno puede apreciar la relación existente entre diferentes disciplinas.
- Permiten la búsqueda de soluciones abiertas. Los estudiantes pueden ajustar el proyecto a sus propios intereses y habilidades.

Adicionalmente, es importante mencionar que el ABPY guarda una gran similitud con el Aprendizaje basado en problemas y que en muchas ocasiones se puede presentar una combinación entre ambas metodologías, que también es un punto interesante de discusión. En este sentido, es importante aclarar las diferencias entre estos dos tipos de metodología, las cuales son mencionadas por Martí, et al 2009:

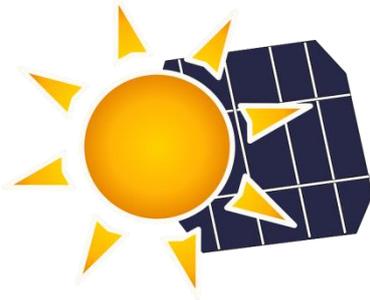
1. El Aprendizaje por Proyectos no debe confundirse con el Aprendizaje por Problemas. En este la atención se dirige a la solución de un problema en particular.
2. El ABPY constituye una categoría de aprendizaje más amplia que el aprendizaje por problemas. Mientras que el proyecto pretende atender un problema específico, puede ocuparse además de otras áreas que no son problemas. El proyecto no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica.

Adicionalmente el ABPY, exige la presentación de un producto final: video, material, escrito, diagrama, como evidencia del trabajo ejecutado por los estudiantes.

	<p>Algunas de las preguntas y temáticas que orientan la reflexión en esta línea de investigación y que podrían ponerse en marcha durante un proceso de práctica pedagógica y/o desempeño profesional en el aula serían:</p> <p><b>Preguntas orientadoras:</b></p> <p>¿Cuál es el rol del ABPY en los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos? ¿Cuál es el papel de un docente de Ciencias Naturales en un proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por proyectos? ¿Cómo aportar en la construcción de material potencialmente significativo a partir de proyectos contextualizados que permitan a los estudiantes enfrentar los retos de una sociedad heterogénea y cambiante?</p> <p><b>Temáticas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de unidades didácticas basadas en proyectos.</li> <li>- Construcción de material didáctico para el abordaje de proyectos escolares.</li> <li>- Resolución de problemas y actividades experimentales en el marco de proyectos escolares.</li> <li>- El rol del lenguaje en la ejecución de proyectos (La lectura, la escritura y la comunicación)</li> <li>- Problemas y desafíos que enfrentan los/as maestros cuando se enfrentan a metodologías activas.</li> <li>- El trabajo entre pares y la interdisciplinariedad en el diseño y la ejecución de proyectos.</li> </ul>
<p><b>Objetivos</b></p>	<p><b>Objetivo General:</b> Formar maestros de Ciencias Naturales en el diseño y ejecución de proyectos contextualizados, fortaleciendo los procesos de enseñanza y aprendizaje y potenciando sus habilidades de investigación.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formular proyectos contextualizados (desde lo conceptual-didáctico-pedagógico) que permitan a los estudiantes adquirir conocimiento de la realidad y experiencia con su entorno.</li> <li>2. Relacionar el trabajo por proyectos con teorías, enfoques, metodologías o líneas de investigación que le permitan analizar lo que el estudiante está aprendiendo de manera lógica (Aprendizaje significativo, cambio conceptual, CTS, formación de maestros, TIC, Aprendizaje basado en problemas, entre otros)</li> <li>3. Valorar el papel del lenguaje en el trabajo por proyectos (lectura y escritura) para comprender su relevancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje.</li> <li>4. Potenciar las habilidades de investigación científica (observación, modelización, indagación, planteamiento de preguntas, experimentación...) en la formulación y puesta en marcha de un proyecto.</li> </ol>

## ANEXO O. Informes escritos Grupos G1 y G2.

### GRUPO G1



#### “Noche Solar”

#### Alumbrado público a través del uso de paneles solares

E1, E2, E3, E4, E5

#### Resumen

Para dar solución al interrogante: *¿Cómo se puede producir energía eléctrica a partir del uso de paneles solares?*, se han hecho las investigaciones pertinentes de cuál es la manera más adecuada de ofrecer energía limpia y sin fallas a la vereda Pajarito, y a pesar de que hay gran variedad de este tipo de energías, hemos llegado a la conclusión de la energía solar es la más adecuada para este lugar, ya que el clima es beneficioso para implementar esta solución.

Nos hemos guiado por diferentes investigaciones y evidencias encontradas sobre la utilización de paneles solares en otros lugares del mundo e incluso de la ciudad, lo que nos hace creer que esta es la energía correcta, pero para comprobarlo nos guiaremos por un modelo a escala de la vereda, donde utilizaremos esta energía para dar un abrebocas de cómo se puede solucionar el problema del alumbrado público de este lugar.

#### Palabras clave

- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| ✓ Panel solar       | ✓ Falla       |
| ✓ Alumbrado público | ✓ Cableado    |
| ✓ Energía limpia    | ✓ Falta de    |
| ✓ Abastecer         | mantenimiento |

#### 1. Planteamiento del problema

Elegimos este proyecto porque queremos llevar nuevas formas de energía a lugares de la vereda pajarito donde el alumbrado público es escaso y se cobra por este servicio, pero su mantenimiento no es correcto ya que cuando alguno presenta fallas el tiempo para mejorarlo es muy largo; los habitantes de este lugar se ven afectados por falta de este servicio, y además la tecnología que se va a utilizar es un tipo de energía limpia que ayuda al medio ambiente.

Comenzamos a investigar acerca de la energía limpia que se quiere utilizar, que son los paneles solares para así analizar las posibles ventajas que esto podría traer al sector y comprobar si esta es la forma adecuada para dar solución al problema que se está presentando.

A continuación, vamos a presentar algunos antecedentes que justifican nuestro proyecto:

- ❖ Algunas noticias reportan que los residentes del barrio Miramar reportan la falta de mantenimiento en el alumbrado público ya que desde hace cuatro meses se **encontraban sin iluminación tres postes ubicados en la carrera 42F con calles 97 y 98**. Una de las zonas afectadas es la rotunda ubicada en este barrio, la cual permanece sin iluminación y por este lugar transitan muchos vehículos durante la

noche; esta problemática se ve en varios sectores de Medellín, incluyendo la vereda Pajarito donde se realiza nuestra investigación.

- ❖ También hay algunos datos que informan la falta de mantenimiento del alumbrado público se debe a la escasez de material, focos quemados, balastros dañados, micas quebradas, son algunos aspectos por lo que familias san luisinas se privan de alumbrado público, este problema es uno de los más comunes y por el cual queremos dar solución y alternativas al problema del alumbrado público.

Además de lo anterior, en algunos lugares del mundo ya se encuentran instalados los paneles solares.

- ❖ Este es un ejemplo de la implementación de esta energía en otro lugar del mundo: el Campo Solar Fotovoltaico “Aura Solar”, que representó inversiones por 100 millones de dólares, tiene planeado satisfacer más del 60% del consumo local en **La Paz, Baja California Sur (BCS)**.
- ❖ **Esta energía no solo la vemos en otros países sino también en nuestra ciudad Medellín, donde se ha implementado esta tecnología que beneficia al medio ambiente, la encontramos** en el sector la Aurora, cerca de la vereda Pajarito donde se han instalado estos paneles solares, los cuales abastecen de energía al alumbrado público.

Debido a lo anterior, surge entonces como pregunta de investigación la siguiente:

*¿Cómo se puede producir energía eléctrica a partir del uso de paneles solares?*

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

Generar energía eléctrica mediante el uso de paneles solares para abastecer el alumbrado público en la vereda pajarito.

### 2.2. Objetivos específicos

- ❖ Elaborar un plano y un prototipo a escala que nos permita mostrar cómo quedará instalada esta nueva energía en la vereda pajarito.
- ❖ Utilizar un esquema de argumentación para explicar el proceso de la utilización de esta energía.

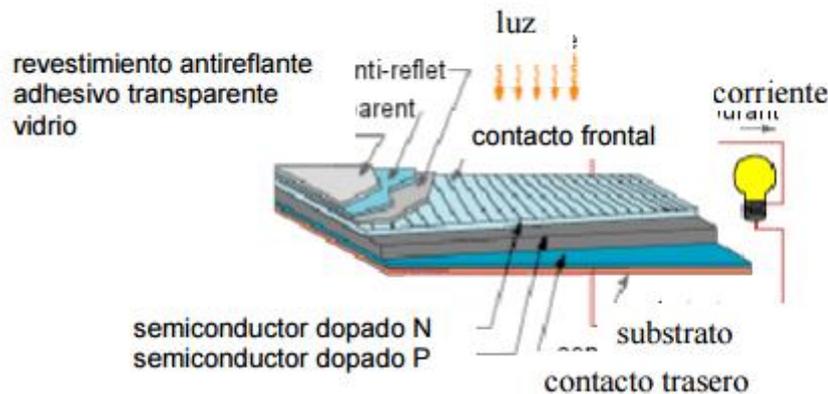
## 3. Marco teórico o conceptual

El alumbrado público frecuentemente es un problema para las personas, ya que en ocasiones no ofrece verdaderamente un servicio eficiente, se supone que el alumbrado público tiene el fin de beneficiar a las personas de un sector ofreciendo más seguridad, pero a veces cuando este falla produce todo lo contrario, además se debe tener en cuenta que a las personas se les pide de alguna manera remuneración por este servicio, pero al parecer este dinero es invertido en otras cosas y no en su continua revisión, por eso nos preguntamos: ¿Por qué no pensar en un tipo de energía que alimente este alumbrado sin necesidad de depender completamente de la empresa que la brinda?.

### A) ¿Qué es un panel solar?

La energía solar es, actualmente, una de las fuentes de energía limpia y renovable más rentable y fiable para satisfacer las demandas energéticas del planeta. Además, uno de sus grandes beneficios es que al utilizarla no emite gases contaminantes a la atmósfera, lo que ofrece una alternativa ecológica sostenible para todos los seres vivos. El panel solar es una aplicación eficiente para este tipo de energía. Un panel solar puede ser utilizado para producir, tanto agua caliente a través de colectores solares, como electricidad por medio de paneles fotovoltaicos.

### La placa solar – Estructura



### B) ¿Cómo funciona un panel solar?

Los paneles solares se componen de numerosas celdas de silicio, también llamadas células fotovoltaicas, que convierten la luz en electricidad. La batería de acumulación almacena la energía de los paneles en los momentos en que no se dispone de luz solar o que las características de la energía proporcionada por los paneles sean insuficientes para satisfacer toda la energía que se necesita. El controlador o regulador de carga para baterías de acumulación es un equipo electrónico que tiene como función evitar las sobrecargas o descargas en las baterías de acumulación con el objetivo de prolongar su vida útil.

### C) Usos del panel solar y beneficios.

El inversor o convertidor, que transforma la corriente directa en corriente alterna, es otro componente de un panel solar que permite usar la electricidad generada para que los aparatos electrodomésticos convencionales funcionen sin que haya que hacer modificaciones en los equipos.

Los colectores solares están compuestos por una placa receptora que transforma la radiación solar en calor y por tubos adheridos a través de los que circula un líquido que se calienta y que puede ser utilizado para calentar el agua o almacenarla en contenedores dentro de las viviendas o edificios.

### D) ¿Qué tan bien funcionan los paneles solares en condiciones climáticas adversas?

En condiciones nubladas los paneles solares funcionan, sin embargo, producen menos electricidad que en un día soleado. Bajo una pequeña nubosidad, el panel solar podrá producir por lo menos la mitad de lo que haría en un día de sol radiante, llegando incluso a bajar hasta un cinco o diez por ciento en días totalmente nublados. Si los paneles solares quedan cubiertos por nieve, dejan de producir electricidad, pero generalmente la nieve se derrite

rápidamente en cuanto el sol llega al panel; si la nieve se retira manualmente el panel vuelve a funcionar inmediatamente.

#### **E) ¿Cuánto tiempo dura un panel solar?**

Los nuevos modelos de **paneles solares** que existen en el mercado tienen una **garantía de 20 a 25 años**, sin embargo, se considera que pueden tener una **vida útil de hasta 40 años**, donde su desempeño si puede disminuir, pero no una disminución tan notable, algunos paneles pueden producir hasta el 80% de su producción inicial después de los 40 años.

#### **F) Tipos de paneles solares:** Son básicamente tres tipos:

- ❖ **Paneles solares termodinámicos:** Funcionan de día y de noche, por eso también son conocidos como paneles lunares. Captan la energía del ambiente, no sólo con el sol, y ante cualquier situación climatológica, lluvia, viento, nieve, etc. Pueden ser instalados en cualquier orientación e inclinación ente 10 y 90°. Más fácil manejo e instalación, el peso de los paneles apenas llega a los 8 kg. Son muchos más económicos.
- ❖ **Paneles solares térmicos:** Son el sistema más tradicional y sencillo de aprovechar la energía solar para la vivienda. De forma simplificada, el funcionamiento consiste en que el sol calienta unos paneles con tubos que forman parte de un circuito por el que circula un líquido caloportador. Este líquido se calienta en el panel y se introduce en la vivienda para el uso que se le quiera dar.
- ❖ **Paneles solares fotovoltaicos:** Fue la primera vez en que la idea de **convertir la luz del sol en electricidad**. son normalmente planos, puede ser de cualquier tamaño, desde unos centímetros cuadrados hasta centenas de metros cuadrados. En este tipo de paneles, es muy importante establecer correctamente la **orientación hacia el sol**, compensando en algunos casos incluso incluir un mecanismo que modifique su orientación en función de la variación de la posición relativa del sol.

#### **G) ¿Qué tipo de panel solar vamos a utilizar para nuestro proyecto?**

Los paneles solares que utilizaremos son fotovoltaicos estos se componen de celdas que convierten la luz en electricidad. Dichas celdas se aprovechan del efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductos próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente.

#### **H) Aspectos a tener en cuenta y precauciones**

Un panel solar empieza a generar corriente en el mismo instante en que se expone a la luz solar. Para evitar el riesgo de cortocircuito, cubra el panel durante su manipulación con un material totalmente opaco. Normalmente los paneles solares suelen carecer de problemas si permanecen limpios y no reciben maltrato mecánico. Para comprobar el funcionamiento de estos es necesario realizar medidas de voltaje con el panel desconectado y seguidamente con el panel conectado al circuito de carga (vea la figura). La mayoría de los problemas que pueden surgir tendrán relación con la corrosión en las cajas de conexiones. Si dispone de una caja es recomendable que la rellene con silicona una vez terminado el conexionado. La mayoría de fabricantes garantizan el rendimiento de los paneles por un periodo determinado de tiempo, evalúe este dato antes de decidirse por uno u otro. Si el rendimiento del panel disminuye más de un 10% antes del periodo garantizado piense en reclamar al fabricante.

## I) La elección del panel

El elemento principal de un sistema para convertir la energía solar en energía eléctrica es la célula fotoeléctrica, también llamada célula solar o célula fotovoltaica. Todas las células solares funcionan por el mismo principio: la luz incide en la superficie superior de la célula, y "empuja" los electrones del material con el que se ha fabricado hacia una capa inferior. Conectando las dos capas, conseguimos crear un circuito de "regreso a casa" para dichos electrones.

## J) Conexiones

### - Cables y los Paneles Solares Fotovoltaicos

Para las interconexiones de los paneles solares fotovoltaicos, pueden utilizarse los cables eléctricos tipos: USE, UF, USO.

### - Conductos

Un conducto es un tubo de metal o de plástico que contiene los cables y ofrece un recinto de protección para los cables.

En el cableado del sistema fotovoltaico, los instaladores de las placas solares suelen optar por utilizar conductores individuales en un conducto en vez de cable. También es práctico, pero con los detalles que se suscriben.

Se utilizan los conductos a menudo en los sistemas fotovoltaicos para ocultar y/o proteger los cables.

El conducto común utilizado en los sistemas fotovoltaicos es el cloruro de polivinilo (PVC) que se trata de un tubo rígido y no metálico.

El conducto PVC puede ser enterrado o sujeto a las paredes para proteger los cables.

A demás utilizamos una batería y un suiche:

- **Batería:** Esencialmente, una batería es un recipiente de químicos que transmite electrones. Es una maquina electro-química, o sea, una máquina que crea electricidad a través de reacciones químicas. Las baterías tienen dos polos, uno positivo (+) y otro negativo (-). Los electrones (de carga negativa) corren del polo negativo hacia el polo positivo, o sea, son recogidos por el polo positivo. A no ser que los electrones corran del polo negativo hacia el polo positivo, la reacción química no ocurre. Esto significa que la electricidad solo es generada cuando se le liga una carga. La unidad básica de este sistema se denomina celda o elemento, reservando el nombre de batería a la unión de dos o más celdas conectadas en serie, paralelo o ambas formas, para conseguir la capacidad y tensión deseadas.

La celda está constituida por los siguientes componentes básicos:

- Electrodo.
  - Electrolito.
  - Separadores.
  - Elemento.
- **Suiche:** se denomina **interruptor** a un elemento intercalado en un circuito eléctrico con capacidad para interrumpir la circulación de la corriente eléctrica en el mismo y que éste deje de funcionar. Generalmente se fabrica mediante elementos metálicos, conductores de la corriente sobre los que se actúa manualmente a través de un elemento plástico, no conductor de la corriente para evitar contactos involuntarios (y con ello calambres).

Desde el punto de vista de la ingeniería, el **funcionamiento de un interruptor** es muy básico. Como ya sabemos, cualquier circuito eléctrico está compuesto por unos elementos conductores de la electricidad que la llevan hasta ciertos dispositivos eléctricos, como pueden ser condensadores, baterías, actuadores, bombillas, etc.

#### 4. Metodología

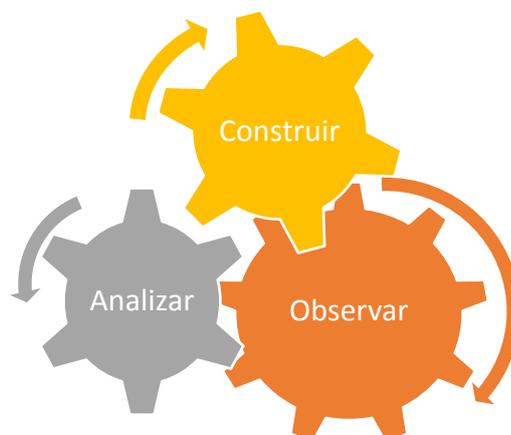
Para el desarrollo de esta investigación nos centramos en la vereda Pajarito, y en la problemática con el alumbrado público que se presenta en el sector. Para hacer más fácil el desarrollo nos hemos guiado por unas bitácoras, la cuales nos han servido para llevar una constancia de lo que hacemos en cada sesión, y ver nuestros avances. También manejamos roles en el grupo:

- Líder: La cual se encarga de dividir las actividades respectivas de cada actividad, y vela por que las cosas se hagan bien.
- Vigía del tiempo: Se encarga de vigilar y repartir el tempo.
- Vocera: Es la voz del grupo, la que comunica al público y expone las ideas.
- Secretaria: Guarda puntos importantes y llena el informe
- Sistematizadora: Se encarga de fotos e información computarizada.

Estos roles nos han servido para que el trabajo sea más organizado y se produzcan grandes avances.

#### ¿Cómo se realizó la investigación?

- ❖ **Observación:** Observamos el lugar, para saber que materiales necesitábamos en la elaboración de un prototipo del lugar y así poder llevar un presupuesto. Además, así poder sacar primeras conclusiones a cerca de nuestro proyecto.
- ❖ **Análisis:** Se realizó un análisis para ver cómo se maneja el alumbrado público, evaluamos el terreno y las casas y llegamos a la conclusión de cambiar el cableado por un panel solar, para la solución del problema además por los beneficios que, como anteriormente mencionamos, brinda el panel.



- ❖ **Diseño de un prototipo y elaboración de un plano:** que nos servirá de guía para la maqueta, y sacar las conclusiones de nuestro proyecto, ya que este modelo a escala nos permite ver el verdadero funcionamiento del panel.

- ❖ **Recolección de los resultados:** obtenidos con el panel solar, basados en los resultados arrojados en la maqueta, para compararlos con el alumbrado público alimentado con cableado que hay en la zona y mostrar así las verdaderas ventajas y desventajas de cada uno de ellos.
- Entrevista a los habitantes del sector acerca de la iluminación en este lugar.

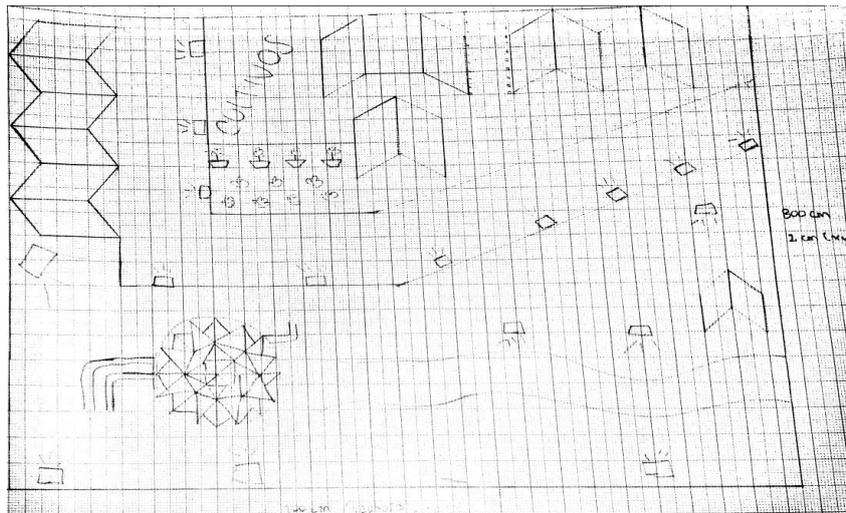
## 5. Resultados obtenidos, análisis e interpretación.

Al terminar nuestro modelo a escala y al terminar todas nuestras investigaciones, obtuvimos los siguientes resultados:

COMPARACIÓN ENTRE LA UTILIZACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO CON CABLEADO O CON PANELES SOLARES
ALUMBRADO PÚBLICO CON CABLEADO:
ALUMBRADO PÚBLICO CON PANELES SOLARES:

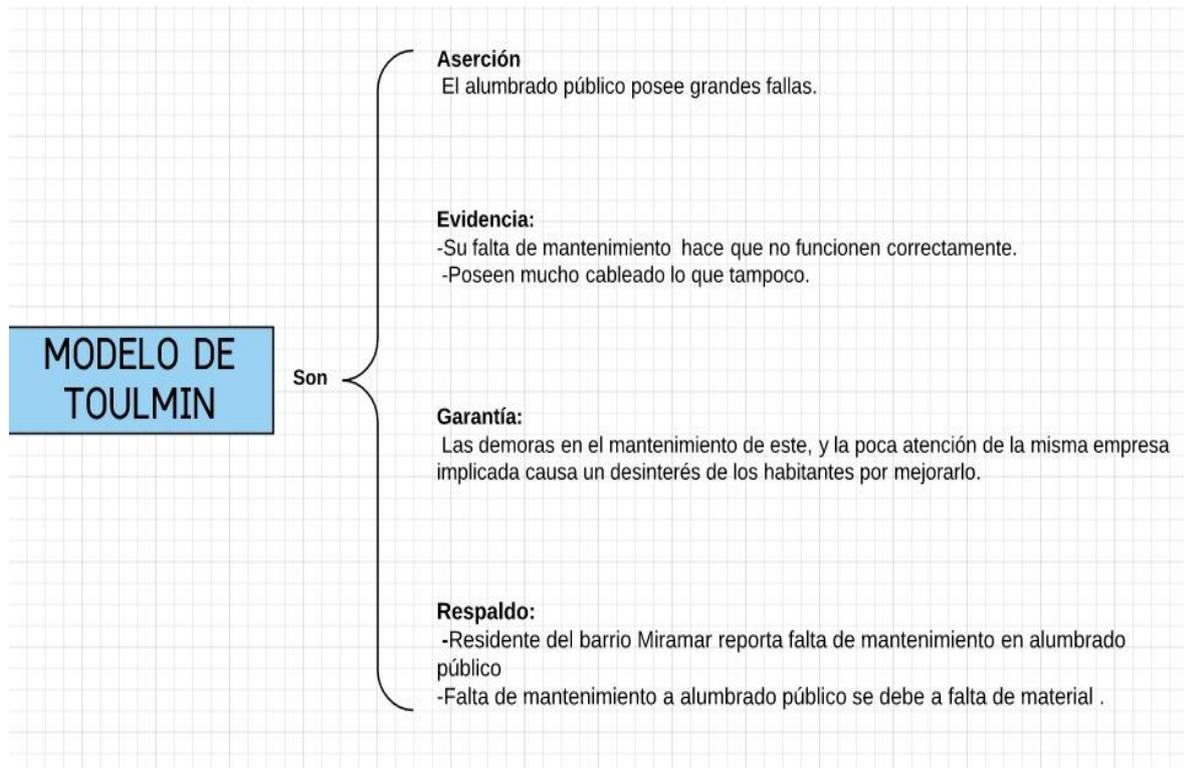
Los materiales que utilizaremos en la realización del prototipo, el modelo de Toulmin y el plano se muestran a continuación:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| - Cola (pegamento) – Silicona – Colbón | - Cartón paja   |
| - Tabla de madera                      | - Triple cartón |
| - Cables                               | - Ladrillos     |
| - Tejas                                | - Alambre       |
| - Pasto artificial                     | - Cartón paja   |
| - Animalitos                           | - Vinilos       |
| - Panel solar                          |                 |



El plano también es muy importante, ya que nos permite tener una idea clara del lugar que queremos impactar, de cómo será nuestro modelo a escala, como serán nuestras conexiones, donde debe ir cada cosa y tener más claro que debemos realizar en cada una de las sesiones.

También realizamos la elaboración del modelo de Toulmin, el cual nos ayudó a sistematizar la información, y así quedara de una manera más clara y concisa, además así quedara más sencillo para las demás personas entenderlo



## Referencias bibliográficas

- <https://meganoticias.mx/tu-ciudad/s-luis-rio-colorado/noticias/item/149653-falta-de-mantenimiento-a-alumbrado-publico-se-debe-a-falta-de-material.html> (Falta de mantenimiento a alumbrado público se debe a falta de material, Lunes, 11 Abril 2016 13:41)
- <http://www.bcsnoticias.mx/planta-aurora-solar-producira-el-62-de-la-energia-de-la-paz/> (Planta 'Aurora Solar' producirá el 62% de la energía de La Paz, 10 marzo, 2014)
- <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjw1NbenKbPAhWNsB4KHbG6BqUQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fflucesp.araaprender.org%2Fweb%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F05%2FPROFESORES-8-11-ficha-3-El-panel-solar-sus-usos-y-beneficios1.pdf&usg=AFQjCNE5MLpIIUAnHOUo53NzVIzbrCvSiv&sig2=Xi4FPUh-2QD-N2sNV3DH2w&bvm=bv.133700528,d.dmo&cad=rja> ( El panel solar usos y benéficos )
- <http://www.dforcesolar.com/energia-solar/cuanto-dura-un-panel-solar/> (¿Cuánto Dura Un Panel Solar?)

- <https://www.pricemart.com/Local/Static/images/solarpanels-SP.pdf> (Información Sobre Paneles Solares)
- [https://www.velleman.eu/downloads/6/placas\\_solares\\_guia.pdf](https://www.velleman.eu/downloads/6/placas_solares_guia.pdf) (Paneles solares guía)
- [http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49914e4ed9045/1234260365\\_Uso\\_dePanelesSolaresBarcos\\_MARVIVA.pdf](http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49914e4ed9045/1234260365_Uso_dePanelesSolaresBarcos_MARVIVA.pdf) (Paneles solares. Energía solar en veleros)
- <http://cdn.elheraldo.co/local/residente-del-barrio-miramar-reporta-falta-de-mantenimiento-en-alumbrado-publico-269938> (Residente del barrio Miramar reporta falta de mantenimiento en alumbrado público, Lunes 04 de julio de 2016)
- <https://meganoticias.mx/tu-ciudad/s-luis-rio-colorado/noticias/item/149653-falta-de-mantenimiento-a-alumbrado-publico-se-debe-a-falta-de-material.html> (Falta de mantenimiento a alumbrado público se debe a falta de material, Lunes, 11 Abril 2016)
- <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/baterias.htm> (*Que es una batería*)
- <http://comofunciona.org/que-es-y-como-funciona-un-interruptor/> (Posted on 4 octubre, 2014 por A. Balone, que es y cómo funciona un panel solar)

## GRUPO G2

### Los paneles solares como una alternativa para la generación de energía eléctrica “estación de metrocable Pajarito“



*E10, E11, E12, E13, E14, E15*

#### Resumen

Para dar solución al interrogante ¿Cómo podría ponerse en funcionamiento una nueva ruta del metro cable hacia la vereda pajarito a partir del uso de paneles solares?, se han realizado una serie de actividades acerca de los usos de los paneles solares y los mecanismos experimentales que se necesitan para transformar este tipo de energía en eléctrica. la cual se le brindara a la vereda pajarito como fuente de energía alterna para la implementación de una nueva estación.

A partir del rastreo bibliográfico, hemos encontrado evidencias sobre la implementación de paneles solares tanto en América como en Europa, lo cual nos da confianza respecto a la eficacia de este tipo de energía. Pero para comprobarlo nos guiaremos por un modelo a escala de la vereda, donde implementaremos esta fuente de energía como solución a nuestra pregunta propuesta.

#### Palabras clave

- ✓ Panel solar
- ✓ Electricidad
- ✓ Energía limpia
- ✓ Metro Cable
- ✓ Contaminación

#### 1. Planteamiento del problema

En La vereda pajarito se ha notado un aumento en los niveles de contaminación debido a la alta urbanización y aumento en el flujo vehicular.

por ello nos surge la inquietud de crear este proyecto el cual tiene como objetivo dar una solución a este problema por medio de una estación del metro cable movida por paneles solares la cual es considerada una energía limpia o amigable con el medio ambiente que podría disminuir la contaminación y beneficiar al transporte y al medio ambiente.

Algunos de los antecedentes que se encontraron en el rastreo bibliográfico son:

- 1.1. **Implementación de paneles solares en las viviendas de una vereda de Pance en Cali:** Esto se realizó en una vereda de Pance lo cual tiene como objetivo beneficiar

a las personas que quieren tener estos negocios en sus hogares esto se adecuara de una manera eficaz ya que el clima en esta vereda es templado lo cual es un éxito

**1.2. Abastecimiento de una cocina por paneles solares en Segovia:** Colocados en la ventana de la cocina que da al final de la avenida de Segovia, llaman la atención desde hace meses de sus vecinos de Delicias. Detrás de este invento se encuentra un obrero de la construcción que a sus 56 años se encuentra en paro desde hace tiempo y que por eso decidió hacer buen uso de un manual de instalaciones solares que cayó en sus manos. «Por ahora es solo un experimento, pero estoy consiguiendo generar la electricidad que necesito para ahorrar un buen dinero en la factura de la luz»

**1.3. ¿Puede el Metro de Santiago funcionar con energía solar?**

Cerca de 50 kilómetros de vías de metro están en la superficie de Santiago. Este hecho singular despertó el interés de investigadores de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM), quienes proponen aprovechar la luz solar e implementar paneles solares con el fin de asumir anualmente el 20 por ciento de la demanda energética de este transporte público.

**Debido a lo anterior, surge entonces como pregunta de investigación la siguiente:**

¿Cómo podría ponerse en funcionamiento una nueva ruta del metro cable hacia la vereda pajarito a partir del uso de paneles solares?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Generar energía eléctrica mediante el uso de paneles solares para disminuir la contaminación y accionar una nueva ruta del metro cable para la vereda Pajarito.

### **2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Elaborar un prototipo a escala para mostrar el proceso de dicha investigación.
- ✓ Realizar un rastreo bibliográfico Para obtener información que sirva como insumo para el trabajo de los conceptos que se trabajan.

Para el desarrollo del marco teórico se consideran básicamente los siguientes asuntos que se enmarcan en la explicación del proceso de paneles solares en dicha investigación.

**A continuación, se presentan los elementos del marco teórico:**

## **3. Marco Teórico**

### **3.1. Panel solar**

Un **panel solar**, de este modo, es un elemento que permite usar los rayos del sol como **energía**. Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad o calentar algo.

Los paneles solares que permiten generar **corriente eléctrica** cuentan con diversas **células** o celdas que aprovechan el denominado efecto fotovoltaico. Este fenómeno consiste en la producción de cargas negativas y positivas en semiconductores de distinta clase, lo que permite dar lugar a un campo eléctrico.

### 3.2. ¿Cómo Funciona un Panel Solar?

Lo primero que tenemos que saber para comprender cómo funciona un panel solar es que los paneles solares están formados de muchas celdas solares, es importante no confundir estos dos términos, una cosa es una celda solar y otra cosa es un panel solar. Las celdas solares son pequeñas células hechas de silicio cristalino y/o arseniuro de galio, que son materiales semiconductores, esto quiere decir que son materiales que pueden comportarse como conductores de electricidad o como aislante depende del estado en que se encuentren. Generalmente, los paneles solares que te vas a encontrar en el mercado están hechos con silicio.

Estos dos materiales se mezclan con otros, como por ejemplo el fósforo o el boro, la idea es darle una carga positiva y una carga negativa, es así como se logra que las celdas tengan las dos cargas y puedan generar electricidad, de lo contrario no podrían generar electricidad.

Entonces, ya sabemos que una celda solar se construye con un material semiconductor al que le sobran electrones con carga negativa y otra parte se hace con un material semiconductor al que le faltan electrones con carga positiva, cuando las celdas solares se exponen a la luz del sol directamente producen corriente, la energía del sol mueve los electrones de la parte de la celda que le sobran hacia la parte de la célula que le faltan. Este movimiento de electrones es justamente la corriente eléctrica por lo tanto de esta forma ya se ha conseguido generar corriente eléctrica de un punto a otro.

### 3.3. Tipos de paneles solares

Existen dos tipos de **paneles solares**: los **paneles solares fotovoltaicos** que generan electricidad por reacciones químicas y los **paneles solares térmicos**, aquellos que utilizan la **energía del sol para calentar agua**, y permiten utilizar el agua caliente para la obtención de energía o para su uso doméstico.

Hay muchas formas de **fabricar un panel solar casero**, pero los **paneles solares** fotovoltaicos son muy costosos y utilizan una tecnología que difícilmente podamos llevar adelante en nuestras casas. En cambio, los **paneles solares térmicos** si pueden ser fabricados de manera artesanal con materiales que son fáciles de conseguir y con un costo bastante menor a un equipo de energía solar.

### 3.4. ¿Qué tipo de panel solar vamos a utilizar para nuestro proyecto?

Los paneles solares que utilizaremos son fotovoltaicos estos se componen de celdas que convierten la luz en electricidad. Dichas celdas se aprovechan del efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente.

### 3.5. Beneficio de los paneles solares

El uso de paneles solares es una forma muy práctica para producir electricidad para muchas aplicaciones. La obvia tendría que ser estar fuera de la red eléctrica. Vivir fuera de la red significa vivir en un lugar que no sea abastecido por la red de servicio eléctrico principal. Las casas y cabañas a distancia aprovechan muy bien los beneficios de los sistemas de energía solar. Ya no es necesario pagar honorarios enormes para la instalación de postes eléctricos y cableado al centro más cercano de acceso a la red principal. Un sistema eléctrico solar es potencialmente menos costoso y puede suministrar energía por más de tres décadas si se mantienen adecuadamente.

Además del hecho de que los paneles solares hacen posible vivir fuera de la red, tal vez el mayor beneficio de la utilización de la energía solar es que es a la vez amigable con el medio ambiente y una fuente de energía renovable y limpia. Con la llegada del cambio climático global, se ha vuelto más importante que hagamos todo lo posible para reducir la presión sobre nuestra atmósfera debido a la emisión de gases de efecto invernadero. Los paneles solares no tienen partes móviles y requieren poco mantenimiento. Son una construcción resistente y dura décadas, se les da el mantenimiento suficiente.

¡El último beneficio de los paneles solares, pero no menos importante, es que, una vez que un sistema ha pagado por sus costes de instalación inicial, la electricidad que produce para el resto de la vida útil del sistema, lo que podría ser de hasta 15-20 años, dependiendo de la calidad del sistema, es absolutamente gratis! Para los propietarios de sistemas de energía solar con conexión a la red eléctrica, los beneficios comienzan desde el momento en que el sistema se instala, eliminando potencialmente el costo mensual de las facturas de electricidad o, y esta es la mejor parte, el dueño del sistema gana ingresos al venderle sus excedentes de electricidad a la compañía eléctrica. ¿Cómo? ¡Si utiliza menos energía de lo que el sistema eléctrico solar produce, el exceso de energía se puede vender, a veces a una prima, a su compañía de servicios eléctricos!

### 3.6. ¿Cómo se almacena la energía solar?

La cantidad de energía generada por células solares se determina por la cantidad de luz que cae sobre ellas, que a su vez es determinada por el clima y la hora del día. En la mayoría de los casos se requiere de alguna forma de almacenamiento de energía solar.

En un sistema de conexión a red, el panel solar está conectado a la red. Cualquier excedente de energía se vende a la compañía eléctrica, y la electricidad se vuelve a comprar de ellos cuando sea necesario.

En un sistema autónomo, sin embargo, esto no es posible. En este tipo de sistema la opción habitual para el almacenamiento de energía es la batería de plomo-ácido. El número y tipo de baterías depende de la cantidad de almacenamiento de la energía necesaria, basándose en el tipo y tamaño de paneles solares con los que se cuenta.

### 3.7. Metro Cable

El **Metro cable** es el sistema de transporte del tipo teleférico y subtipo cable aéreo para movilización urbana de tránsito rápido de la ciudad de Medellín, Colombia

### 3.8. Energía limpia

La energía limpia es un sistema de producción de energía con exclusión de cualquier contaminación o la gestión mediante la que nos deshacemos de todos los residuos peligrosos para nuestro planeta. Las energías limpias son, entonces, aquellas que no generan residuos.

La energía limpia es, entonces, una energía en pleno desarrollo en vista de nuestra preocupación actual por la preservación del medio ambiente y por la crisis de energías agotables como el gas o el petróleo. Hay que diferenciar la energía limpia de las fuentes de energía renovables: la recuperación de esta energía no implica, forzosamente, la eliminación de los residuos.

La energía limpia utiliza fuentes naturales tales como el viento y el agua. Las fuentes de energía limpias más comúnmente utilizadas son la energía geotérmica, que utiliza el calor interno de nuestro planeta, la energía eólica, la energía hidroeléctrica y la energía solar, frecuentemente utilizada para calentadores solares de agua.

### 3.9. Otros aspectos a tener en cuenta

La energía solar, puede, en principio, separar unos cuantos electrones del material de la celda solar y con estos electrones se puede obtener una corriente eléctrica. A este fenómeno físico se le conoce como *efecto fotovoltaico* y ocurre en materiales semiconductores como el silicio. Sin embargo, la corriente eléctrica que se puede obtener bajo ciertas condiciones, de una pieza de silicio puro es demasiado pequeña y no puede usarse de manera práctica. Por lo tanto, el silicio puro es modificado químicamente agregándole pequeñas cantidades de otros elementos. Para tener una cantidad mayor de electrones que puedan moverse libremente hacia el circuito, se agrega fósforo. Al agregar fósforo al silicio se proporciona un electrón adicional por cada átomo de fósforo. De manera similar, es posible agregar al silicio un elemento que proporciona un hueco, un espacio en donde falta un electrón. Los huecos, al atraer a los electrones facilitan su movimiento. Un elemento proporciona un hueco por cada átomo de boro agregado.

Dichas variables son las siguientes:

#### a) Metro Cable

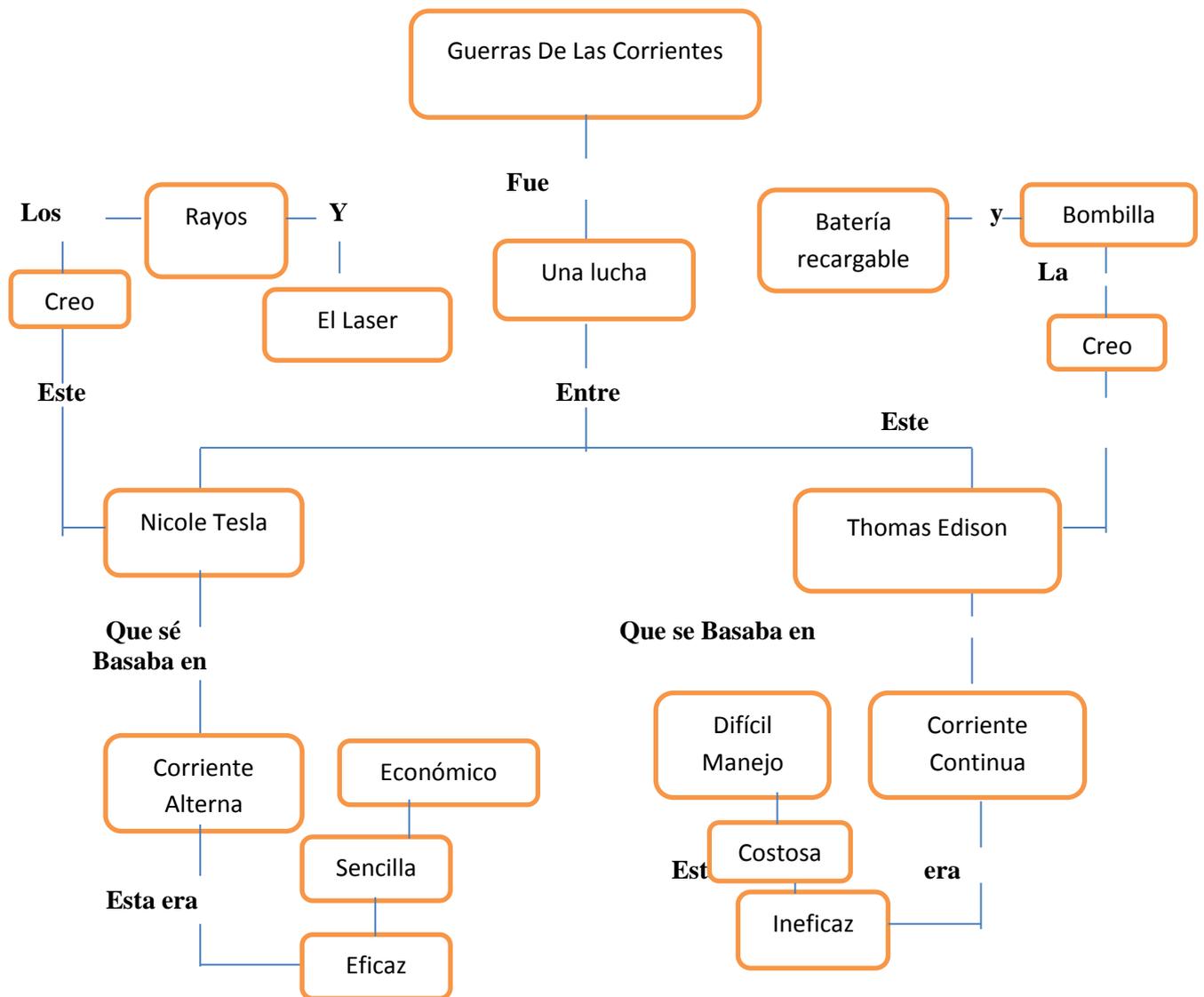
El **Metro cable** es el sistema de transporte del tipo teleférico y subtipo cable aéreo para movilización urbana de tránsito rápido de la ciudad de Medellín, Colombia

#### b) Energía limpia

La **energía limpia** no produce contaminación del aire o subproductos tóxicos en el proceso de generación de electricidad. La **energía** eólica, solar y geotérmica son ejemplos de recursos que producen **energía limpia**.

#### c) Conector eléctrico

Un conector eléctrico es un dispositivo para unir circuitos eléctricos. La conexión puede ser temporal, como para equipos portátiles, puede exigir una herramienta para montaje y desmontaje o puede ser una unión permanente entre dos cables o aparatos.



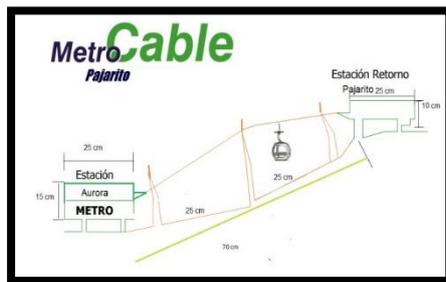
#### d) Metodología

Se realizará en la vereda pajarito lo cual los puntos estratégicos serán la estación de metro cable la aurora con la construcción de una nueva estación en la vereda.

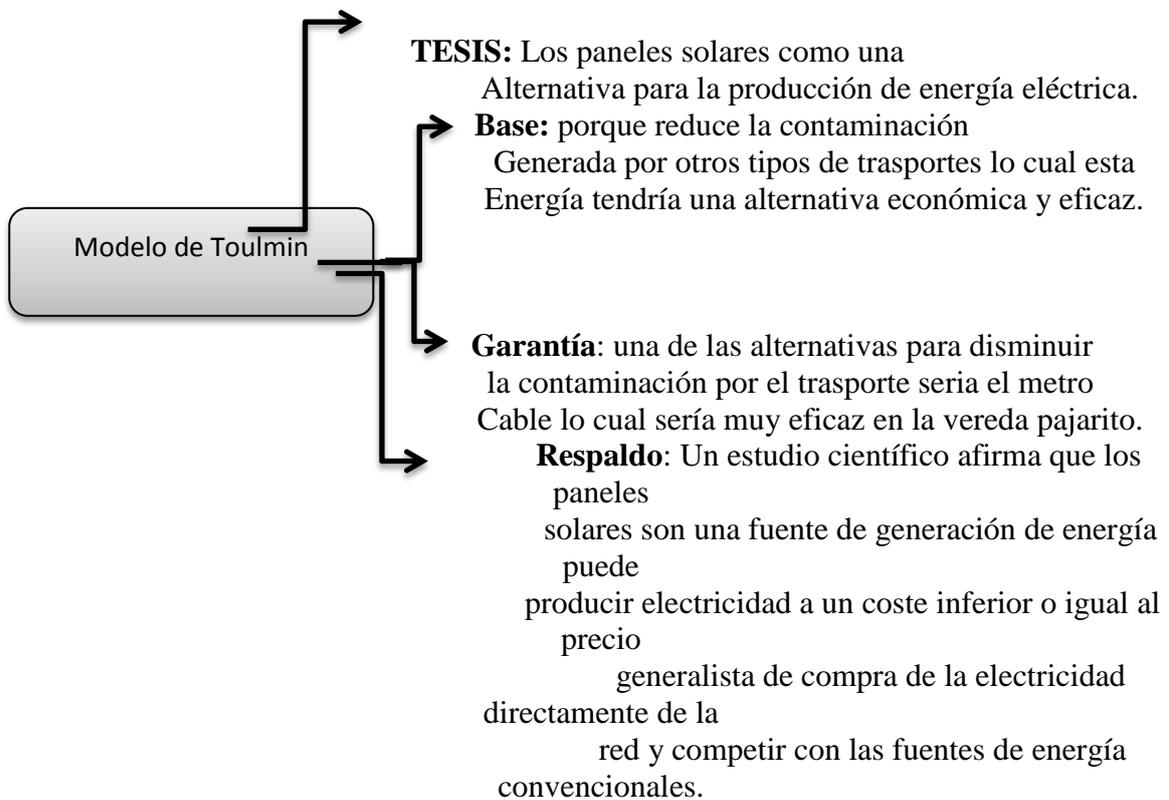
#### ¿Cómo se realizó la investigación?

- ❖ Observamos el lugar ubicado en Pajarito para saber que materiales necesitábamos en la elaboración de un prototipo del lugar y de la estación.
- ❖ Se realizó un análisis acerca del funcionamiento del metro cable a partir de energía eléctrica
- ❖ Diseño de un prototipo y elaboración de un plano como guía para la maqueta.

## 4.1. Materiales



- Ladrillos pequeños
- Cable de energía
- Batería
- Panel solar
- Vinilos grandes
- Cartón paja
- motores rotatorios
- tejas pequeñas
- Alambre
- Silicona - Colbón



**Al terminar nuestra investigación y nuestra maqueta obtuvimos resultados como:**

- ✓ Eficacia de paneles solares para el sostenimiento de una estación.

## Referencias bibliográficas

- <http://definicion.de/panel-solar/>

- (Que son los paneles solares)
- <http://www.cemaer.org/como-funciona-un-panel-solar/>  
(Como funciona un panel solar)
  - <http://www.sostenibilidad.com/tipo-de-paneles-solares>  
(Tipo de paneles solares)
  - <http://www.compromisorse.com/sabias-que/2010/03/30/que-significa-energia-limpia/>  
(¿Qué significa energía limpia?)
  - <http://www.hormigasolar.com/beneficios-de-los-paneles-solares/>  
(Beneficio de los paneles solares)
  - <http://www.hormigasolar.com/almacenamiento-de-la-energia-solar/>  
¿Cómo se almacena la energía solar?
  - <http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/15007891/Como-se-convierte-la-energia-solar-en-energia-electrica.html>  
(¿Como se convierte la energía solar en energía eléctrica)
  - [https://es.wikipedia.org/wiki/Conector\\_el%C3%A9ctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Conector_el%C3%A9ctrico)
  - <http://www.uchile.cl/noticias/113389/puede-el-metro-de-santiago-funcionar-con-energia-solar>  
(¿Puede el metro de Santiago funcionar con energía solar?)
  - <http://www.elnortedecastilla.es/v/20111106/valladolid/parado-consigue-abastecer-piso-20111106.html>  
(Un parado consigue abastecer su piso de delicias con energía solar)  
<http://es.slideshare.net/yoly34/propuesta-diapositivas-diseo-de-proyectos>

## **Agradecimientos**

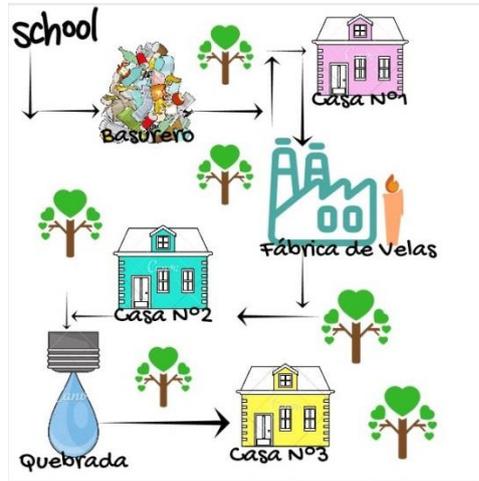
Son los agradecimientos por el apoyo académico, temático, financiero, institucional, familiar o personal que obtuvieron para el desarrollo del proyecto.

## **¿Cómo han divulgado la información?**

En realidad, nos sentimos a gusto con el proyecto porque en realidad buscamos la comodidad para hablar sobre un tema en específico que podría dar mucho provecho para la comunidad y para la vereda quizás no hemos vivido una experiencia, pero dándole un poco de imaginación se podría concluir algo bueno y necesario para nosotros.

**ANEXO P1.** Informes salida pedagógica. Principio del Aprendiz como perceptor/representador.

**ESQUEMA**

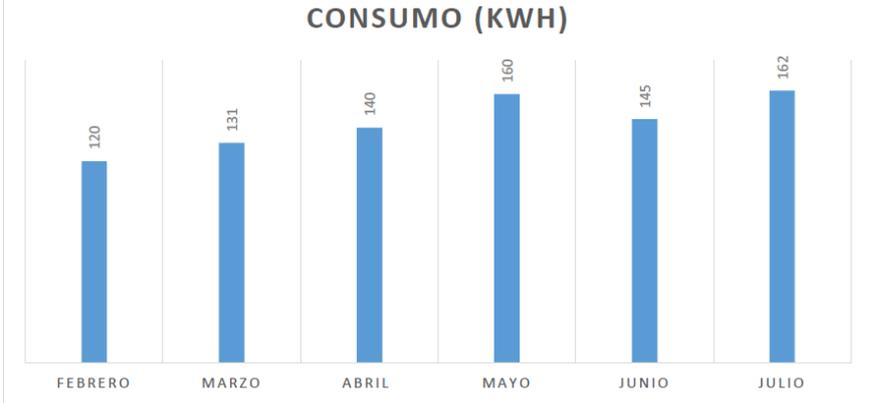


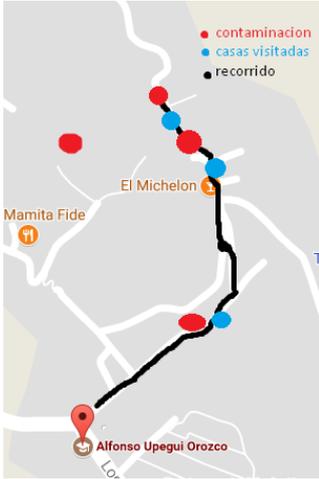
**SISTEMATIZACIÓN**

**G1**

Nombre: G1		
Fecha:	11 de Agosto	
Respuestas		
Hogar 1	Fabrica de madera	Fabrica de Velas
Si lo saben leer. No saben el valor y no tienen la factura a la mano	"Algunas partes" "Uno lo que primero mira es el precio" "El costo de energía son como 500 mil pesos" "Hay meses en que varía porque la producción no es pareja todo el año"	No lo se leer. 3 millones de pesos mensuales
"no gastar mucho" "hago el destino por la noche" "en el día caliente un tintico pero ya"	Con la programación de los trabajos, para no prender las maquinas y que de pronto queden prendidas sin utilizar. Hay un promedio de 15 maquinas.	Apagando bombillos y no prendiendo maquinas que no se van a utilizar. Hay 6 maquinas.
No sabe "ahora cambio mucho la tecnología, cuando yo estudié nada"	"Muy poquito, pero creo que si son eficientes. Uno no tiene mucho acceso comercial y no lo ofrecen tampoco"	No conozco

Consumo de Energía últimos 6 meses Hogar 1		
Mes	Consumo (Kwh)	Valor
Febrero	120	31021,2
Marzo	131	33864,81
Abril	140	36191,4
Mayo	160	41361,6
Junio	145	37483,95
Julio	162	41878,62

		
<b>Hipótesis iniciales</b>	Se mantiene	No se mantiene
<i>Las personas de la vereda no saben leer las facturas</i>	X	
<i>Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo de electricidad en el hogar</i>		X
<i>Las personas conocen los paneles solares y su función.</i>		X

<b>G2</b>	<b>ESQUEMA</b>
	

## SISTEMATIZACIÓN

<b>Nombre: G2</b>		
<b>Fecha:</b>	11 de Agosto	
<b>Respuestas</b>		
<b>Hogar 1</b>	<b>Hogar 2</b>	<b>Hogar 3</b>
Si, por hay 50 mil pesos	No, no se	No, 65 mensual mas o menos
no dejando los celulares conectados, ni el televisor, ni nada de los electrodomésticos	Ninguna	El gas para cocinar
No	No, nada	Nada

<b>Consumo de Energía últimos 6 meses Hogar 1</b>	Valor EPM mes de Agosto	258,51
<b>Mes</b>	<b>Consumo (Kwh)</b>	<b>Valor</b>
Febrero	98	25333,98
Marzo	100	25851
Abril	97	25075,47
Mayo	99	25592,49
Junio	98	25333,98
Julio	102	26368,02



<b>Hipótesis iniciales</b>	Se mantiene	No se mantiene
<i>Los habitantes conocen sus facturas y las saben leer</i>		
<i>La mayoría de las personas tienen alternativas para reducir el consumo de electricidad en el hogar.</i>		
<i>Las personas conocen los paneles solares, sus características y funcionamiento.</i>		

ESQUEMA

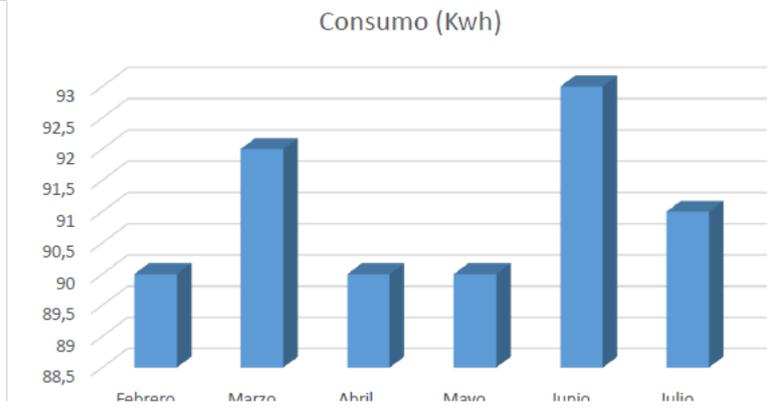


SISTEMATIZACIÓN

G4

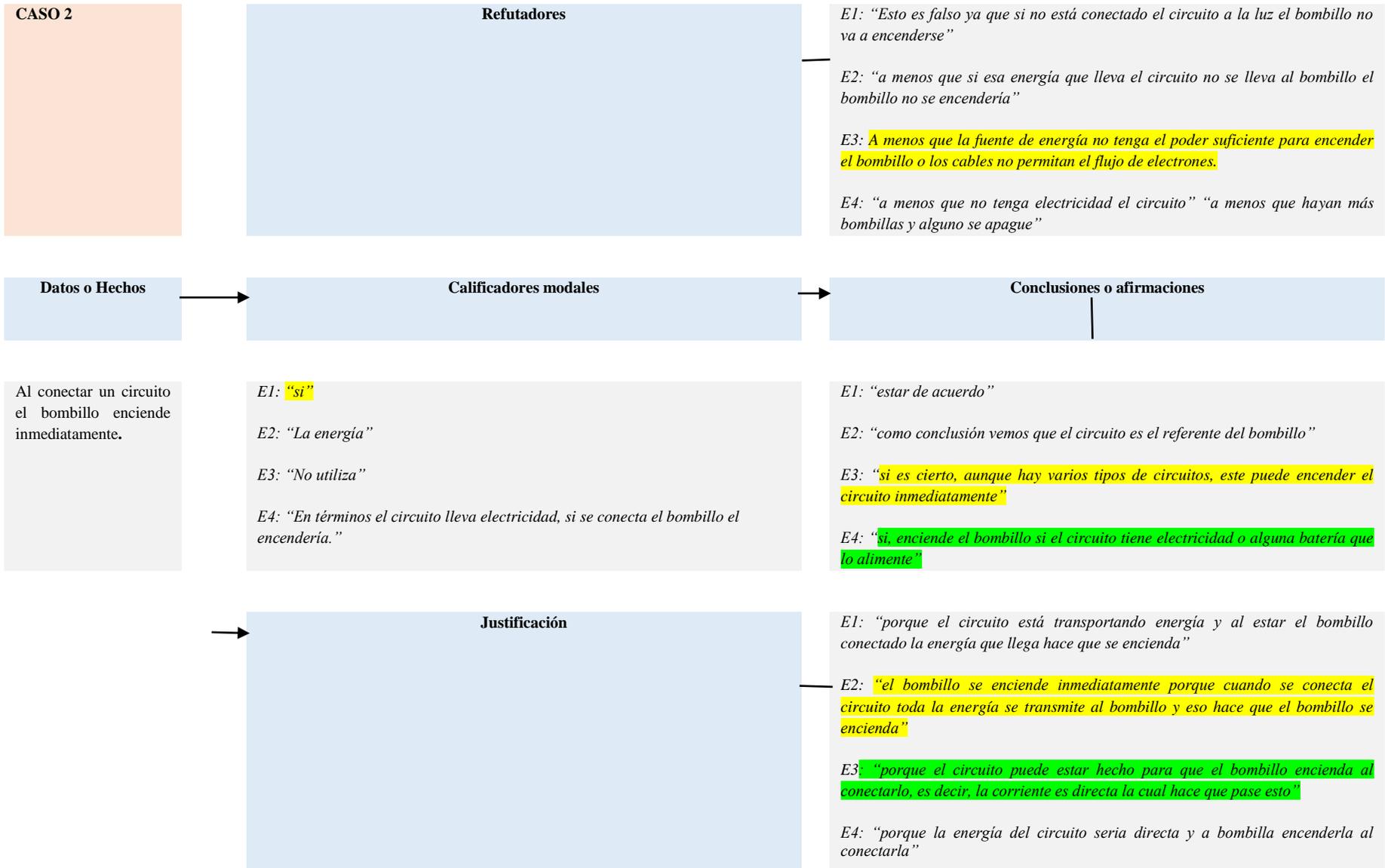
Nombre: G4		
Fecha:	11 de Agosto	
Respuestas		
Hogar 1	Hogar 2	Hogar 2
yo se que la factura viene compuesta donde indica cuando kilovats se gastó uno en el mes y el valor de cada Kwatt. El consumo total no se.	Si, 90 mil pesos	Si, tambien lo se leer pero teniendo la factura a la mano lo se leer perfectamente
Apagando los fogones cuando no se estén utilizando, desconectando electrodomesticos como la lavadora, la nevera cuando no estén en uso.	Apagar bombillos por la noche y bregar a no utikizar mucho la tina con energia.	Mas que todo uso el gas, no pues el de la red, por que no la hay pero si uso pipeta. Apago los bonbillos, restrnguir mucho la
Ellos se recargan durante todo el dia con la energia del sol y ya empieza su funcionamiento pues en la noche. No sabemos cuanto costaria adquirir un panel solar, sabemos que ayudaria con el medio ambiente pero lo pensariamos bastante a la hora de hacerlo.	Se que funcionan con el sol y los beneficios el ahorro de energia eléctrica. Utilizaria paneles solares porque son más economicos.	Desconozco bastante de eso, si los he oido nombrar pero no se como opera. He oido hablar que es más económica, pero no se cual sería el costo

Consumo de Energia últimos 6 meses Hogar 1		
	Valor EPM mes de Agosto	473,08
Mes	Consumo (Kwh)	Valor
Febrero	90	42577,2
Marzo	92	43523,36
Abril	90	42577,2
Mayo	90	42577,2
Junio	93	43996,44
Julio	91	43050,28



<b>Hipótesis iniciales</b>	<b>Se mantiene</b>	<b>No se mantiene</b>
<i>Las personas no saben leer sus facturas</i>		
<i>Las personas no tienen alternativas para reducir el consumo.</i>		
<i>Las personas conocen los paneles y sus usos</i>		

**ANEXO P2.** Esquemas de argumentación elaborados por los Casos G2, G3 y G4.



### Fundamentación

E1: "al conectar el circuito a la luz muchos electrones entran al circuito y se van moviendo de un lado al otro rápidamente"

E2: "NS/NR"

E3: "El bombillo para encender tiene que ser un proceso donde una fuente generadora de energía permita el flujo de electrones por unos semiconductores y los electrones lleguen al bombillo"

E4: los electrones viajan por el circuito lo cual se desplazan y llevarían el conducto hacia el bombillo

### CASO 2

### Refutadores

E1: "que hay algunos circuitos eléctricos que no tiene o no se muestran ese efecto"

E2: "A menos que sin la energía o circuito eléctrico no hubiera luz"

E3: "Eso puede ser falso y correcto, pero desde mi perspectiva el principal objetivo o efecto dar calor"

E4: "a menos que el circuito eléctrico no lo alimente nada"

### Datos o Hechos

### Calificadores modales

### Conclusiones o afirmaciones

### Justificación

E1: "tiene otros efectos como generar calor y electricidad"

E2: "no porque el principal efecto de un circuito eléctrico es la energía"

E3: "porque la mayoría de los circuitos son para emitir luz, aunque también hay otros efectos"

E4: "por el circuito eléctrico es un generador de luz"

### Fundamentación

E1: "esto es porque los electrones van tan rápido que genera esa luz u otros efectos"

E2: "NS/NR"

E3: "los circuitos más utilizados tienen luces leds, bombillos, etc. Entonces la luz es un principal efecto".

E4: "NS/NR".

### CASO 2

### Refutadores

E1: "cuando el panel no está bien ubicado donde no puede aprovechar bien las energías"

E2: "a menos que si no hay sol no haría energía solar"

E3: "aunque no es muy aconsejable ya que el sol no siempre va a salir y esta energía no cubrirá todos los aparatos eléctricos"

E4: "A menos que, hay energía solar toca utilizar la eléctrica"

### Datos o Hechos

### Calificadores modales

### Conclusiones o afirmaciones

Los paneles solares son la mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica.

E1: "ya que"

E2: "El sol"

E3: "esto"

E4: "ya que"

E1: "estar de acuerdo"

E2: "como conclusión el sol es el referente de la energía"

E3: "si es verdad ya que se implementa la energía natural"

E4: "si, por que los paneles no reciben energía eléctrica sino solar"

→ **Justificación**

E1: "toda la energía recogida por el panel puede durar varios días. Además, de que los paneles tienen un sistema de que da la energía necesaria para un día"

E2: "porque es un material ambiental y la energía es a través del sol y es transmitida a los paneles solares, los cuales se transmiten al punto donde se encuentra"

E3: "porque la energía solar es la más efectiva para reducir los costos en los hogares"

E4: "se puede utilizar la solar ya que el sol estará siempre y cuando tengamos lo eléctrico"

**Fundamentación**

E1 a E4 "NS/NR"

2

**CASO**

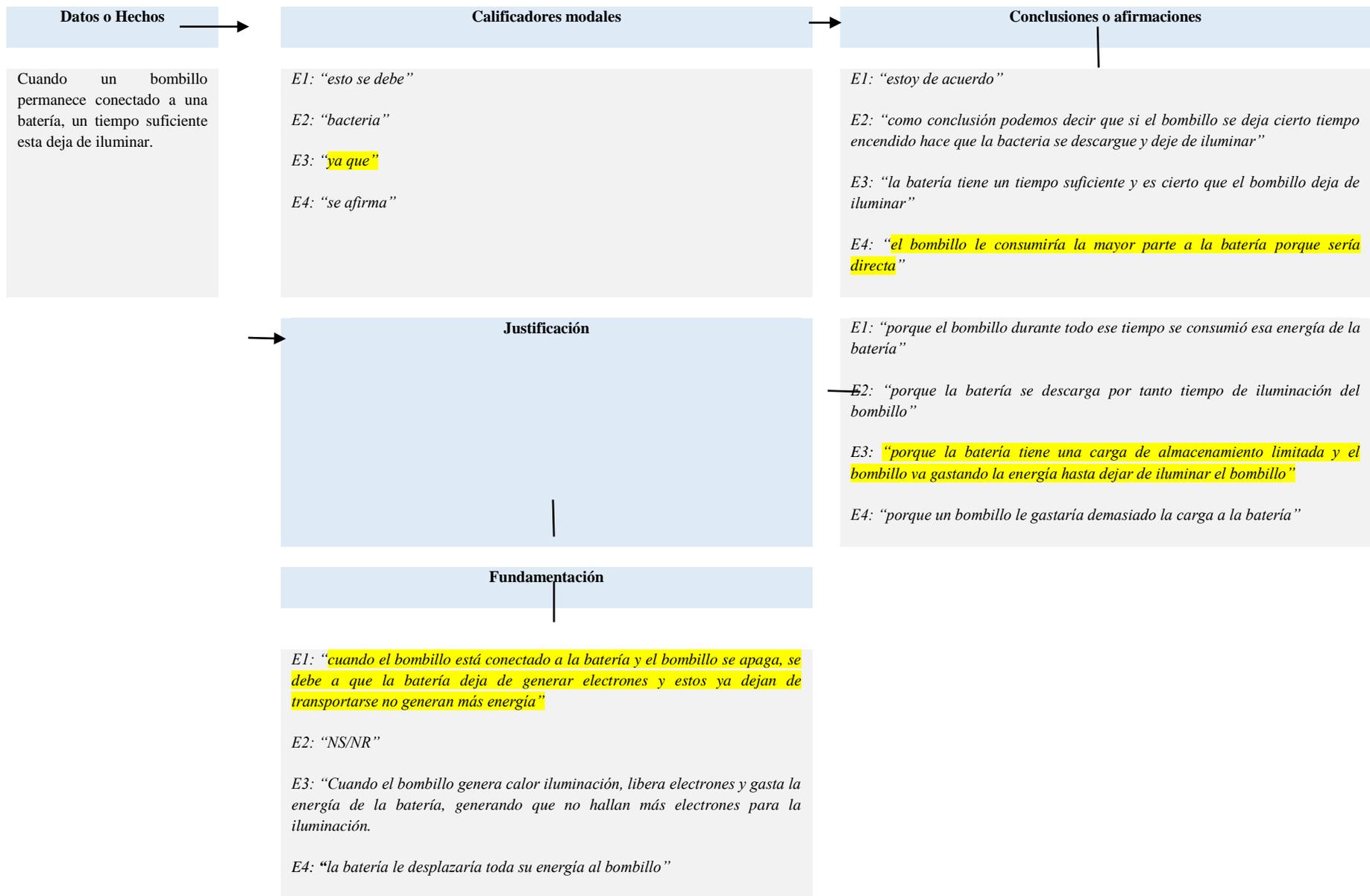
**Refutadores**

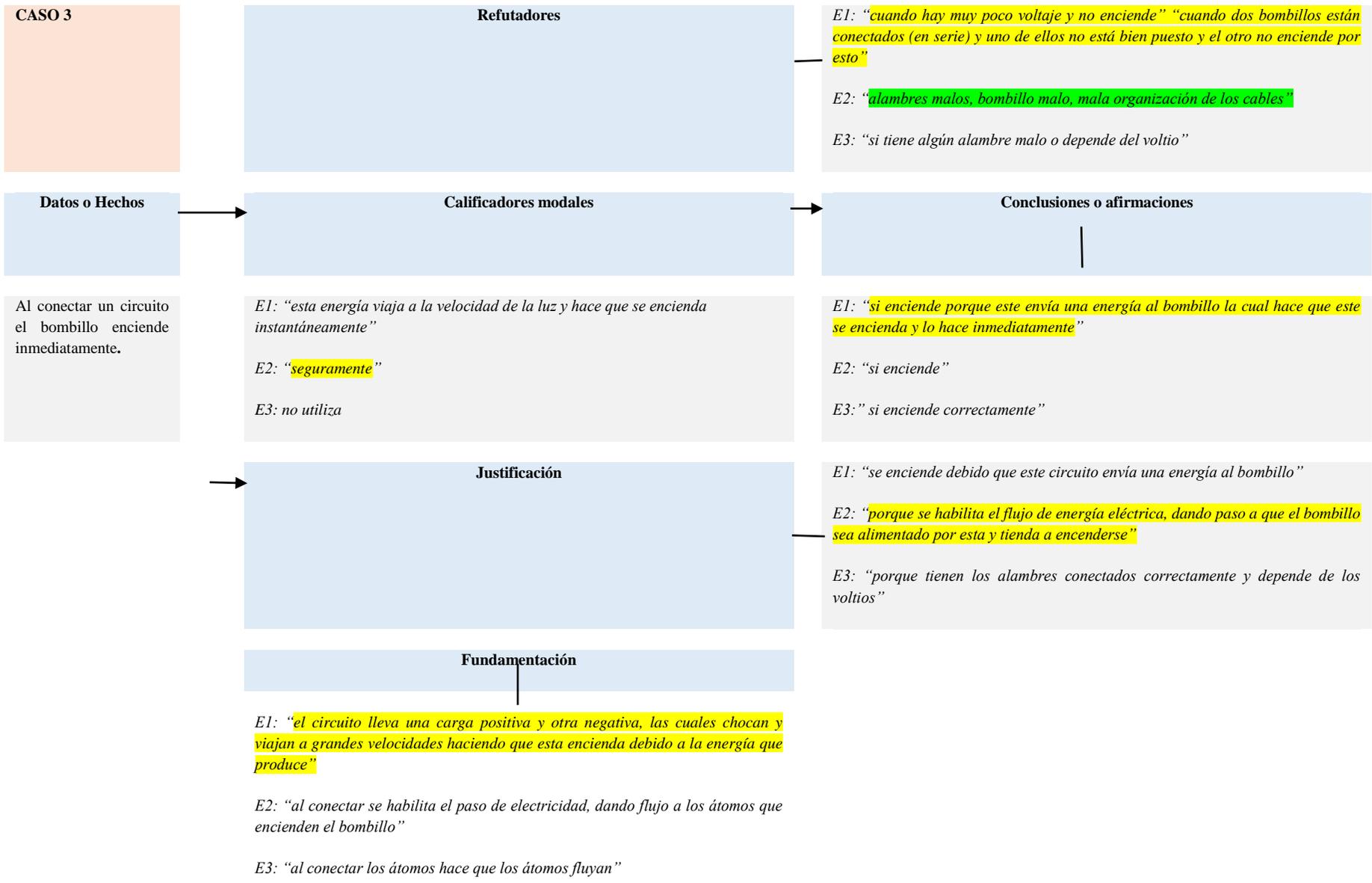
E1: "esto es falso si al bombillo le transfieren energía de otra parte la cual se demore más en consumir"

E2: "a menos que si se pone a cargar un poco la batería puede que el bombillo ilumine un tiempo más"

E3: "aunque la batería puede estar recibiendo y transfiriendo energía y así será la iluminación ilimitada"

E4: "el bombillo tenga un suiche y apague cuando no lo necesite se descargue la batería, el bombillo se queme"





CASO 3

**Refutadores**

E1: "también genera calor, movimiento, energía"  
E2: "para producir energía mecánica" "para dar funcionamiento a un procesador"  
E3: "pueden ser fabricar de energía mecánica"

**Datos o Hechos**

**Calificadores modales**

**Conclusiones o afirmaciones**

El principal efecto de un circuito eléctrico es la luz

E1: "esta"  
E2: "no"  
E3: "alguno"

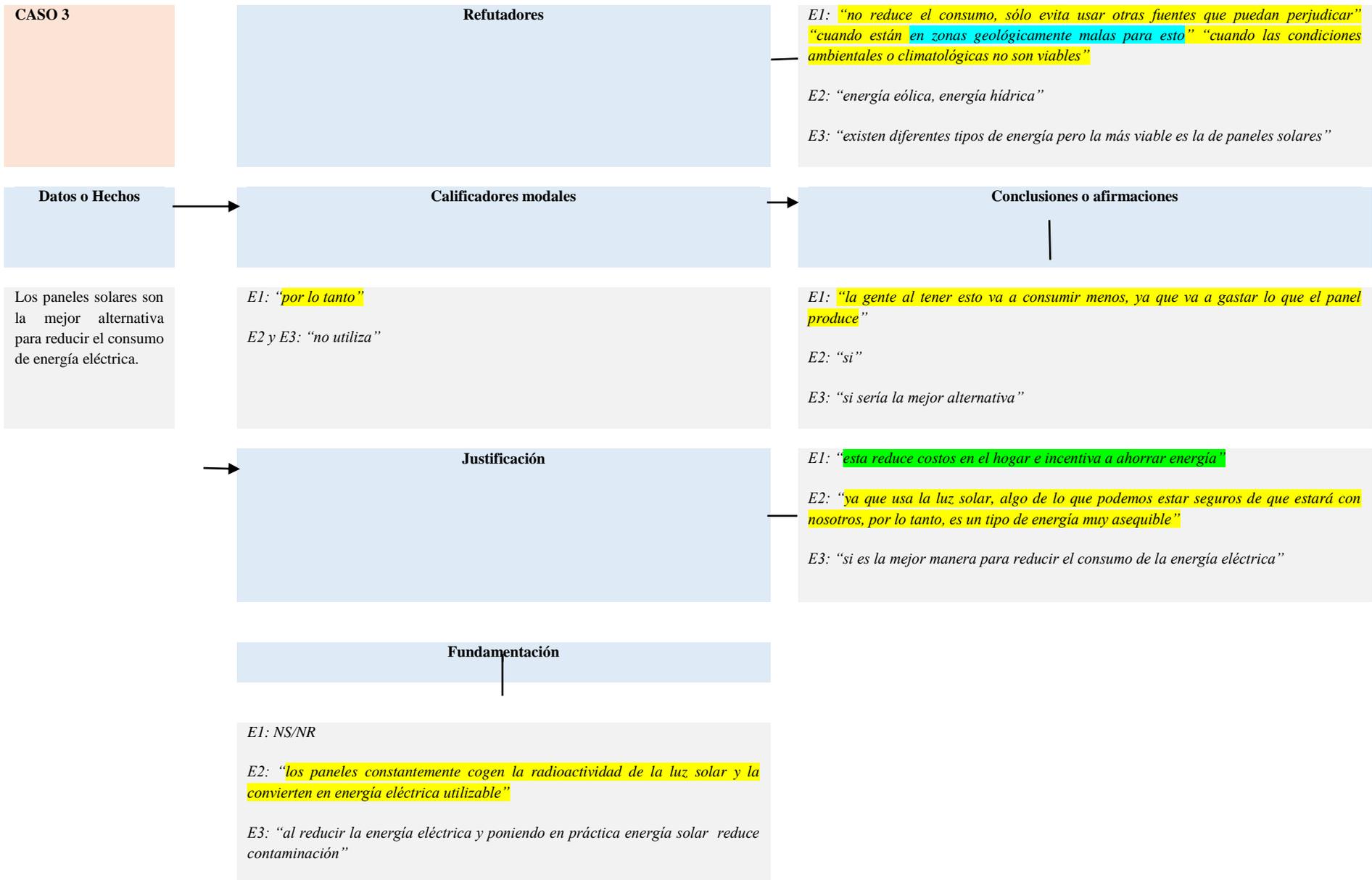
E1: "es la que genera la luz"  
E2: "existen otros"  
E3: "no solo podría ser la luz"

**Justificación**

E1: "este genera a partir de cargas positivas y negativas una energía"  
E2: "no es la principal, ya que existen muchas cosas que forman un circuito eléctrico con el fin de hacer que muchos mecanismos funcionen"  
E3: "porque al calentarse o algún alambre raspado puede causar un circuito"

**Fundamentación**

E1: "no utiliza"  
E2: "un circuito se crea con el fin de dar flujo a los átomos, por lo tanto, hay más funciones útiles"  
E3: "al conectar incorrectamente esto hace que los átomos se calienten así teniendo un circuito"



**CASO 3**

**Refutadores**

E1: "a menos de que haya un interruptor que haga que el bombillo no recoja toda esta energía" "si el bombillo no depende solo de una batería"  
E2: "hay baterías recargables"  
E3: "se puede recargar la batería"

**Datos o Hechos**

**Calificadores modales**

**Conclusiones o afirmaciones**

Cuando un bombillo permanece conectado a una batería, un tiempo suficiente esta deja de iluminar

E1: "debido"  
E2: "si"  
E3: "Sería"

E1: "a que esta deja de generar energía"  
E2: "claro"  
E3: "obvio"

**Justificación**

E1: "porque la batería se agota"  
E2: "si, por que se acaba la energía de la batería"  
E3: "si porque el almacenamiento de la batería se agota"

**Fundamentación**

E1: "al no haber más cargas positivas ni negativas no hay nada que produzca energía"  
E2: "la batería tiene cierta carga de átomos, lo cual hace que esta con el tiempo se agote"  
E3: "se podría recargar batería para iluminar nuevamente."

**CASO 4**

**Refutadores**

- E1: "en algunas situaciones se deben utilizar algún tipo de fuentes de energía acorde a cada elemento"
- E2: "siempre y cuando haya una fuente de energía y un estabilizador"
- E3: "si los conectores todos están conectados a una carga igual ya sea positiva o negativa"
- E4: "esto se vería interrumpido si hubiese un suiche de por medio, el cual cortaría la corriente"

**Datos o Hechos**

**Calificadores modales**

**Conclusiones o afirmaciones**

Al conectar un circuito el bombillo enciende inmediatamente.

- E1: "tal vez y debido a"
- E2: "ya que"
- E3: "sucede por"
- E4: "debido a que"

- E1: "no, porque se requiere de una fuente de alimentación"
- E2: "si, enciende inmediatamente la bombilla por medio de electricidad"
- E3: "enciende, mediante la electricidad que se le transmite"
- E4: "la corriente que llega a la bombilla y eso provoca un efecto lumínico"

**Justificación**

- E1: "Para que el bombillo encienda, se requiere partes compatibles para el circuito"
- E2: "el circuito envía corriente hacia la bombilla ocasionando que esta genere luz"
- E3: "el bombillo enciende debido a que está conectado a una corriente eléctrica que pasa energía positiva y negativa"
- E4: "el flujo de electrones que transportan los cables llegan al lugar en donde se encuentra la bombilla de una manera muy rápida"

### Fundamentación

E1: "Para la bombilla se encendida requiere de un flujo de energía constante, esta se genera por la carga + y el átomo"

E2: "la batería envía por medio de un conector (cobre) electrones a un puesto negativo y positivo de la bombilla para que esta genere luz"

E3: "el bombillo enciende debido a que por medio de un cable metálico pasan electrones"

E4: "el circuito transporta los electrones hasta la bombilla, al llegar provoca en ella un efecto luminico"

### CASO 4

### Refutadores

E1: "son muy comunes este tipo de energía calorífica porque se encuentran en las bombillas y en las resistencias de los fogones"

E2: "el circuito se utilice para generar movimiento o calor"

E3: "a menos que sea calor o una corriente eléctrica"

E4: "a menos de que esté conectado a un dispositivo que no ilumine"

### Datos o Hechos

### Calificadores modales

### Conclusiones o afirmaciones

El principal efecto de un circuito eléctrico es la luz

E1: "otro efecto"

E2: "siempre y cuando"

E3: "otro de sus efectos es"

E5: "a menos de que"

E1: "no, el efecto más común es el calor y este la luz cambia la energía en calor"

E2: "el receptor sea un generar de luz"

E3: "el calor, corriente o eléctrico"

E4: "este esté diseñado con otra finalidad que no sea producir luz"

**Justificación**

E1: "Al paso de la corriente eléctrica por algún filamento ejerce calor, ya que tiene mucha corriente y un gran voltaje"

E2: "un circuito eléctrico se encarga de generar energía y dependiendo de quien la reciba su función o efecto puede cambiar"

E3: "cuando la electricidad pasa por un conductor dependiendo del material que este se producirá, calor, luz o corriente eléctrica o los tres"

E4: "como por ejemplo: calor, corriente eléctrica"

**Fundamentación**

E1: "El circuito permite que el filamento o el metal conductor crea un movimiento de partículas y el metal tienda absorber calor y libera"

E2 y E4: "NS/NR"

E3: "el paso de electrones por un material conductor produciría una de los efectos o los tres"

**CASO 4**

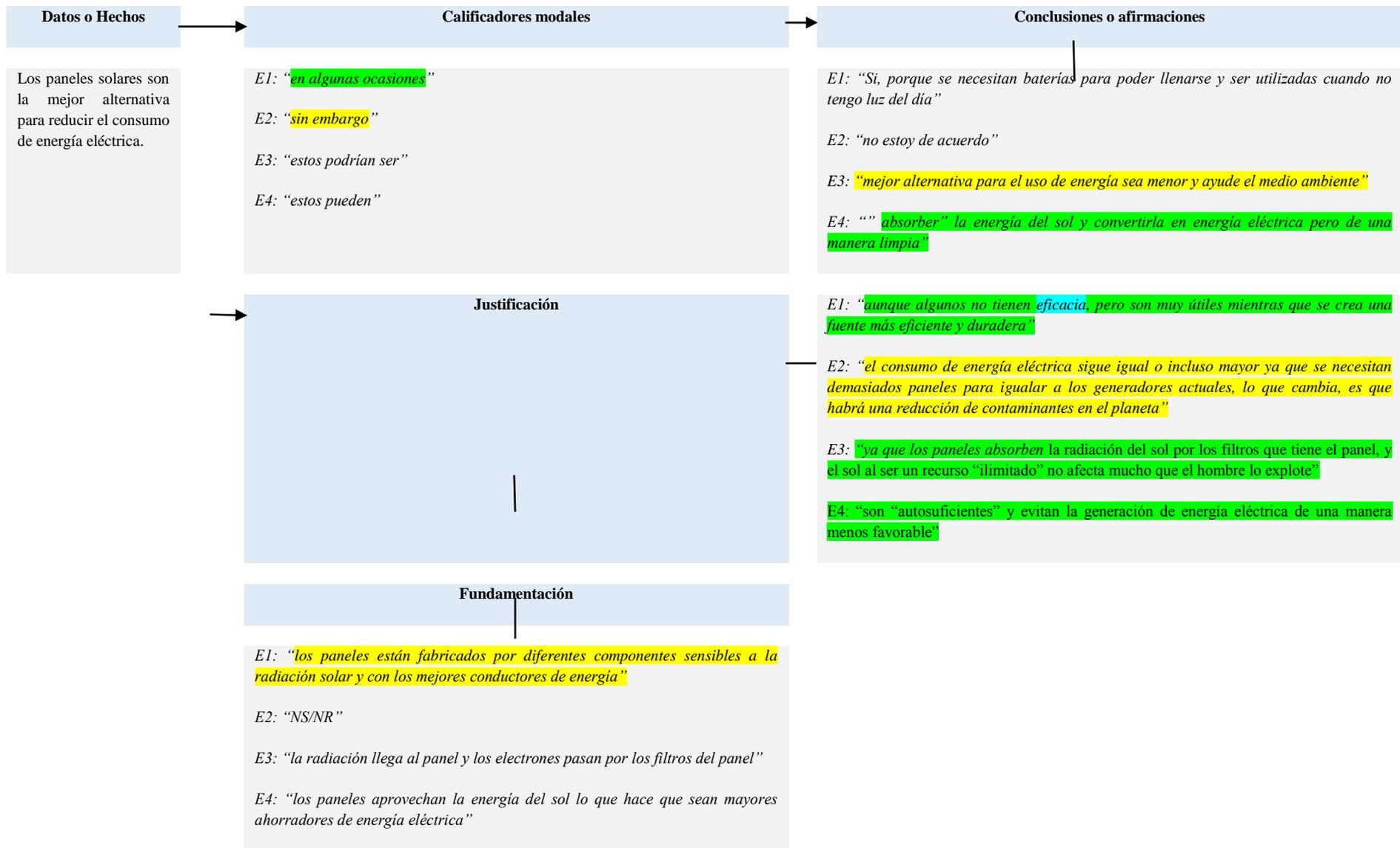
**Refutadores**

E1: "en algunos casos tienen que hacer muchos paneles para abastecer el lugar donde se requiere, con uno solo sirve para algunas horas de energía"

E2: "las personas utilicen menos artefactos eléctricos"

E3: "aunque dependiendo el lugar es mejor la energía solar o la eólica"

E4: NS/NR



**CASO 4**

**Refutadores**

E1: "de que una fuente de energía que sea ilimitada por medio de paneles solares"  
E2: "la corriente sea continua y así el único causante de que deje de iluminar sea la bombilla"  
E3 y E4: "a no ser de que la batería se auto recargue por medio de otra batería con más capacidad de carga que esta"

**Datos o Hechos**

**Calificadores modales**

**Conclusiones o afirmaciones**

Cuando un bombillo permanece conectado a una batería, un tiempo suficiente esta deja de iluminar

E1: "a pesar"  
E2 a E4: "debido a que"

E1: "sí, porque la batería se queda sin energía"  
E2: "la batería y el bombillo tienen un tiempo determinado de duración causando que este deje de iluminar"  
E3: "la batería se quedó sin energía"  
E4: "el bombillo consume energía la cual gasta de la batería"

**Justificación**

E1: "se requiere de componentes que ayuden a disminuir un gasto de energía y también ayude a que el bombillo encienda y gaste menos corriente de la que necesita"  
E2: "la batería funciona con corriente alterna causando que su duración tenga cierto límite y así mismo la bombilla tiende a quemarse por la cantidad de energía que recibe"  
E3: "esto sucede debido que las baterías tienen una carga limitada, y al ser prolongadas esta tiende a agotarse"  
E4: "la batería no genera energía entonces cuando se gasta la que tiene almacenada el bombillo se apaga"

## Fundamentación

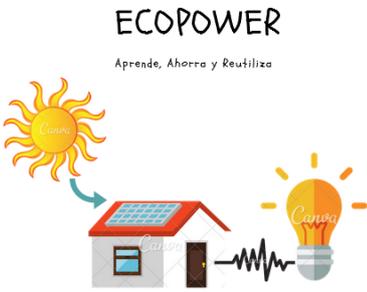
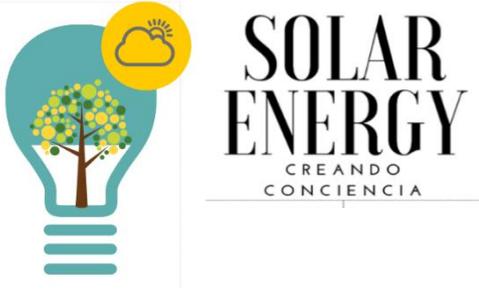
E1: "se requiere algún tipo de resistencia, circuitos ahorradores y la fuente de alimentación muy potente para tener un mejor uso de esta"

E2: NS/NR

E3: "la carga de electrones que portan las baterías son limitadas, unas tienen más y otras menos pero siempre va hacer una carga limitada"

E4: "la batería no almacena la suficiente energía para que esta permanezca encendida"

ANEXO Q. Productos grupales proyecto Pajarito Comunidad Solar

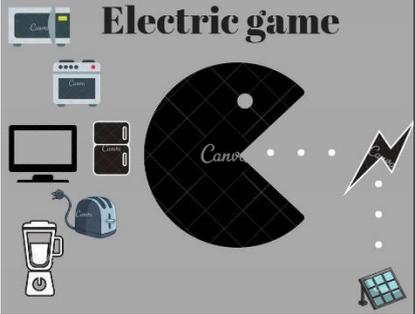
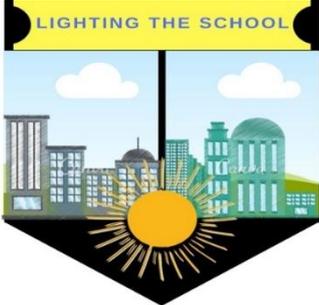
<i>Proyecto/ programa</i>	<i>Estudiante</i>	<i>Edad</i>	<i>rol</i>	<i>logo</i>
<b>10-1</b>				
ECO POWER	EF1	15	Reportera	
	EF2	15	Sistematizadora	
	EF3	16	Líder	
	EF4	16	Vocera	
	EF5	15	Programadora	
SOLAPP	EF6	18	Programadora	
	EF7	16	Vocera-Líder	
	EF8	15	Sistematizadora	
SOLAR ENERGY	EF9	16	Sistematizadora	
	EF10	16	Líder	
	EF11	15	Reportera- Programadora	
	EF12	15	Vocera	
SOLAR DESING	EF13	16	Reportera	
	EM14	18	Vocero	
	EF15	16	Líder	
	EF16	17	Sistematizadora	

	EF17	16	Programadora	<i>"Energía limpia hasta que el sol se apague".</i>
SOLAR FUNCTION	EM18	17	Reportero	<p><i>Solar Function</i></p> 
	EF19	16	Vocera	
	EF20	16	Líder	
	EF21	16	Sistematizadora	
SLAM SUN	EM22	15	Líder	<p><i>Slam Sun.</i></p>  <p>"La mejor herencia que podemos dejar a nuestros hijos es: Amor, conocimiento y un planeta sano donde vivir".</p>
	EM23	16	Sistematizador	
SOLARIUM BIRD	EF24	15	Líder	<p><i>La opción mas inteligente...</i></p>  <p>SOLARIUM BIRD</p>
	EM25	16	Programador	
	EM26	17	Vocero	
	EF27	16	Reportera	
	EM28	15	Sistematizador	
SOLAR ECONOMY	EM29		Programador	 <p><i>Solar Economy</i></p>
	EM30		Líder	
	EM31		Vocero	
SOLAR NEED	EF32	17	Vocero	
	EF33	16	Líder, sistematizador	

	EM34	16	Programador	
	EM35	16	Reportero	
TU AHORRO SOLAR	EM36	17	Vocero	
	EM37	16	Líder	
	EM38	18	Programador y sistematizador	
	EM39	16	Reportero	
<b>10-2</b>				
PAJARITO: COMUNID AD SOLAR	EF40	16	Vocera	
	EF41	16	Reportera	
	EF42	15	Sistematizadora	
	EF43	16	Líder	
	EF44	16	Programadora	
SOLAR MEASURE MENT DETECTOR	EM45	15	Programador	
	EM46	16	Sistematizador	
	EM47	15	Líder	
	EM48	15	Vocero	
	EM49	17	Reportero	
Energy Upo	EM50	18	Líder	
	EF51	15	Reportera	
	EM52	16	Sistematizador	
	EM53	14	Programador	

Solar City	EF54	15	Líder – Programadora	<p>LA NUEVA GENERACIÓN DE ENERGÍA</p> 
	EF55	16	Sistematizadora	
	EF56	16	Reportera – Vocera	
Clean Energy	EM57	16	Líder – Vocero	<p><b>Clean Energy</b></p>  <p>Transformando Y Cuidando 'Energía Limpia' Para Tu Hogar</p>
	EM58	16	Reportero	
	EM59	16	Programador	
	EM60	15	Sistematizador	
Mi huella de ahorro solar	EF61	15	Nada	<p>HUELLA DE AHORRO SOLAR</p> 
	EF62	16	Vocera	
	EF63	16	Sistematizadora	
	EF64	14	Líder	
	EF65	16	programadora	
	EF66	15	Reportera	
Green Energy	EF67	16	Vocera	
	EF68	18	Reportera	
<b>11-1</b>				
ENERGY SUNN  gdevelop	EF69	16	Líder	
	EM70	18	Programador	
	EM71	17	Vocero	
	EM72	18	Sistematizador	
	EM73	17	Reportero	

SUPER TOMMY ENERGY kodu	EM74	16	Líder	
	EM75	16	Reportero	
	EF76	18	Vocera	
	EM77	18	Sistematizador	
	EF78	17	Programadora	
ENERGY FACTORY kodu	EF79	17	Reportera	
	EF80	16	Sistematizadora	
	EF81	18	Programadora	
	EF82	19	Vocera	
	EF83	16	Líder	
BUILDING MY SOLAR CAR kodu	EM84	18	Líder - Programador	
	EF85	17	Sistematizadora	
	EF86	16	Vocera	
	EF87	16	Reportera	
PAUL 23 unity	EM88	18	Líder y vocero	
	EM89	16	sistematizador	
	EM90	16	Reportero	
	EM91	17	Programador	
ELECTRIC GAME kodu	EM92	18	Sistematizador	
	EF93	17	Reportera	

	EM94	18	Programador	
	EF95	18	Vocera - líder	
ACTIVATING PANELS gdevelop	EM96	17	Líder - programador	
	EM97	16	Vocero – Sistematizador	
	EM98	17	Reportero	
Lighting the school (Unreal Engineer 4) rpgmaker	EF99	16	Programadora – Líder	
	EF100	17	Reportera	
	EF101	17	Sistematizadora	
	EF102		Vocera	
<b>11-2</b>				
CANDLE FACTORY (Gdevelop)	EF103	17	Líder	
	EF104	16	Reportera	
	EF105	17	Vocera	
	EF106	16	Sistematizadora	
	EF107	17	Programadora	
CALL OF SUN (Kodu)	EM108	17	Líder	
	EM109	17	Reportero	
	EM110	17	Sistematizador	
	EM111	16	Programador	
	EF112	16	Vocera	

The Solar Runner (Unreal Engineer 4)	EM113	16	Líder	
	EM114	16	Reportero	
	EM115	17	Vocero	
	EM116	16	Sistematizador	
	EM117	16	Programador	
SOLAR WALL RPG MAKER	EF118	16	Líder	
	EM119	16	Vocero	
	EF120	18	Reportera	
	EM121	16	Programador	
	EM122	16	Sistematizador	
SURVIVAL IN THE VALLEY unity	EM123	17	Líder	
	EM124	17	Vocero	
	EM125	16	Reportero	
	EM126	17	Sistematizador	
	EM127	16	Programador	
PANEL WORLD (kodu)	EF128	16	Líder	
	EF129	17	Sistematizadora	
	EF130	18	Programadora	
	EF131	18	Reportera	
	EF132	16	Vocera	
SUN GHOST SIDEWALK rpgmaker	EF133	16	Sistematizadora	
	EM134	17	Vocero	
	EF135	16	Programadora y líder	
	EM136	19	Reportero	

## A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO

CHRISTIAN FERNNEY GIRALDO MACIAS  
Universidade do Burgos/ programa de doutorado em  
educação/ cristianfgm@gmail.com

PIEZOELÉCTRICO  
PANELES SOLARES  
MOLINO DE VIENTO  
BIOMASA  
HIDROELÉCTRICA  
ENERGÍA MECÁNICA

### "PAJARITO SALE A LA LUZ"

• ¿Qué alternativas pueden existir en la vereda Pajarito, para generar energía eléctrica a partir de energías limpias?

**Problemas identificados**

- Contaminación.
- Pérdida de la ruralidad.
- Aumento del servicio público eléctrico.

**Participantes**

- Curso: Décimo.
- Ciencias Naturales - Física.
- Número de estudiantes: 40
- Edades: 14- 17 años.

**Cronograma**

- 4° periodo académico
- 10 Semanas
- 2h/semana - Lunes

**Productos**

- Informe escrito.
- Bitácora.
- Prototipo a escala.
- Aproximación MAT.

**Socialización**

Feria de la ciencia 2 de Noviembre de 2016  
I.E. Alfonso Upegui Orozco.

[www.upociencias.com](http://www.upociencias.com)

**OBJETIVO:** Potenciar y evaluar la adquisición de un aprendizaje significativo sobre conceptos electromagnéticos, mediante una metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) y donde se propicie la argumentación hablada y escrita.

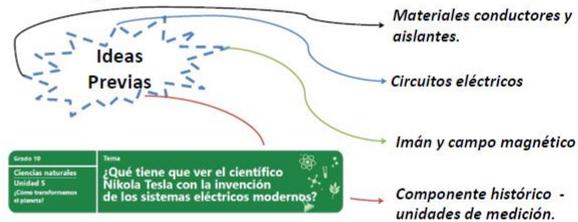
#### ¿ POR DONDÉ EMPEZAR?

- ✓ Conocer los significados iniciales.
- ✓ Planificar una secuencia de enseñanza.
- ✓ Aplicar y evaluar la secuencia.
- ✓ Hablar y escribir sobre electricidad – Revista Digital.

#### Marco teórico

ABP - TAS -  
ARGUMENTACIÓN - ELECTRICIDAD

#### Metodología



#### Referencias

ÁLVAREZ Tamayo, O. Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. Itinerario Educativo, n.º62, Julio - Diciembre de 2013, p. 115-135. Recuperado de [http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/itinerario\\_educativo/article/download/473/367](http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/itinerario_educativo/article/download/473/367). (27 de Marzo de 2016)

CAMPANARIO, J.M. y OTERO, J.C. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas del pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. En Revista Enseñanza de las Ciencias, 18 (2) 2000, pp. 155-169. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652/21486> (1 de Abril de 2016)

REMACHA Irure, A y BELLETICH, O. El método de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en contextos educativos rurales y socialmente desfavorecidos de la educación infantil. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Perspectiva Educativa. Formación de Profesores. Enero 2015, Vol. 54(1), Pp. 90-109. Recuperado de <http://www.perspectivaeducacional.cl/index.php/peeducacional/article/viewFile/294/143> (12 de Febrero de 2016)

ANEXO S. Comunicación Encuentro Internacional de Aprendizaje Significativo, Argentina.

## EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABPy) DESDE UNA MIRADA CRÍTICA

### PROJECT-BASED LEARNING (PjBL) FROM A CRITICAL LOOK

Christian Fernney Giraldo Macias

Universidad de Burgos [fernney.giraldo@udea.edu.co](mailto:fernney.giraldo@udea.edu.co)

Concesa Caballero Sahelices

Universidad de Burgos [concesa@ubu.es](mailto:concesa@ubu.es)

Jesús Ángel Meneses Villagrà

Universidad de Burgos [Meneses@ubu.es](mailto:Meneses@ubu.es)

**Resumen:** Los resultados que se presentan en este trabajo forman parte del proyecto de investigación de la Tesis Doctoral, en proceso de realización, sobre “El aprendizaje de conceptos electromagnéticos mediante una metodología ABPy con énfasis en la argumentación de los estudiantes”, cuya finalidad es valorar las características esenciales para el diseño de proyectos, tomando como referente principal la propuesta del Buck Institute for Education (BIE), desde la perspectiva de varios principios del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC): ‘de la interacción social y del cuestionamiento - enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas’, ‘del aprendiz como perceptor/representador’, ‘del conocimiento como lenguaje’, ‘del aprendizaje por error’, ‘de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno y de la diversidad de estrategias de enseñanza’ y ‘del abandono de la narrativa y dejar que el alumno hable’. En este sentido, se analizan similitudes y/o discrepancias entre la estrategia ABPy y los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo crítico (TASC) propuesta por Moreira (2005).

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos (ABPy), Aprendizaje Significativo Crítico, principios, estándares ABPy.

**Abstract:** The results presented in this paper are part of the research project of the Doctoral Thesis, in the process of realization, on "The learning of electromagnetic concepts through an ABP methodology and with emphasis on the students' argumentation", whose purpose is to assess the Essential characteristics for the design of projects, taking as a main reference the proposal of the Buck Institute for Education (BIE), from the perspective of several principles of Critical Meaningful Learning (TASC): 'social interaction and questioning - teach / learn questions Instead of answers', 'the apprentice as perceiver / representer', 'knowledge as language', 'learning by error', 'non-use of the whiteboard', 'active student participation' and diversity of strategies of Teaching' and 'abandoning the narrative and letting the student speak '. In this sense, similarities and / or discrepancies between the ABPy strategy and the principles of the Theory of Critical meaningful Learning (TASC) proposed by Moreira (2005) are analyzed.

**Key words:** Project Based Learning (PjBL), Critical meaningful learning, principles, PjBL Standards.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo y específicamente en la enseñanza de las ciencias, existen diversas posiciones respecto a las posturas didácticas, pedagógicas y epistemológicas que se deberían asumir para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, uno de los aspectos más estudiados hace referencia a los enfoques de enseñanza y la necesidad de encontrar estrategias que otorguen protagonismo al estudiante. Algunos autores argumentan que la investigación educativa de los últimos 20 años ha demostrado que estudiantes sometidos a una instrucción tradicional (aquella basada en clases expositivas, resolución de problemas algorítmicos y laboratorios tipo receta) mantienen un aprendizaje residual casi nulo (Benegas, 2009 citado en Rosales et al. 2016). De la misma manera, el método tradicional de enseñanza no tiene en cuenta los conocimientos iniciales de los estudiantes, que pueden ser obstáculos en el aprendizaje de contenidos nucleares (Ausubel et al., 1976).

En contraposición a una enseñanza de corte tradicional, aparecen las denominadas metodologías activas de enseñanza, que sitúan al estudiante en el centro del proceso educativo, siendo protagonista de su aprendizaje. Entre las propuestas, se ha venido consolidando, como estrategia en la enseñanza, el Aprendizaje Basado en Proyectos (de ahora en adelante ABPy).

En el presente trabajo se adopta como referente metodológico, el ABPy desde la propuesta del Buck Institute for Education (BIE), y se analizan las posibles relaciones entre las características esenciales de la propuesta del BIE para el diseño de proyectos (Larme, et al., 2015) y los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005): ‘de la interacción social y del cuestionamiento’, ‘enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas’, ‘del aprendiz como perceptor/representador’, ‘del conocimiento como lenguaje’, ‘del aprendizaje por error’, ‘de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno y de la diversidad de estrategias de enseñanza’ y ‘del abandono de la narrativa y dejar que el alumno hable’.

A continuación, se presentan algunos referentes teóricos y metodológicos, que se han considerado para argumentar, conceptos e ideas necesarias en el diseño del esquema que relaciona el Aprendizaje Basado en Proyectos desde la mirada crítica (ABPyC), es decir, desde la visión de los principios del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC).

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

**Aprendizaje basado en proyectos (ABPy).** Después de realizar una revisión del estado de la cuestión sobre ABPy en diferentes revistas de investigación en relación con la enseñanza de las ciencias en los últimos siete años, se concluye que el ABPy tiene un perfil metodológico (Collazos et al, 2016; Kioupi y Atianoutsou, 2016). Algunos autores lo ubican como investigaciones escolares (Manso y Ezquerro, 2014; Langbeheim, 2015.) o una técnica de enseñanza (Domínguez et al, 2011).

Se percibe un consenso entre los investigadores al considerar el ABPy como una estrategia que sitúa al estudiante en el centro del proceso formativo, que fomenta la autonomía y con un gran énfasis en la investigación. Se resalta la importancia de trabajar en un contexto muy definido, a partir de una problemática de interés que permita realizar un diseño experimental y elaborar un producto. El trabajo del estudiante se inicia con una pregunta orientadora o una situación problema.

El referente principal de este trabajo se enmarca en la propuesta del Buck Institute for Education (de ahora en adelante BIE), una organización de investigación y desarrollo que trabaja con el fin de que las escuelas y aulas sean más efectivas gracias al uso de la enseñanza basada en problemas y proyectos. Uno de los logros del BIE es la creación de un modelo integral basado en la investigación de ABPy, que denominan "estándar de oro" (ver figura 1) y que consta de siete elementos esenciales, para ayudar a los maestros, escuelas y organizaciones a medir, calibrar y mejorar su práctica (Larme, Mergendoller y Boss, 2015). Dichos estándares fueron realizados a partir de la



Figura 1: “Modelo de oro” para estándares en PjBL

revisión de la literatura y con la experiencia de los muchos educadores que han trabajado durante los últimos quince años con esta metodología, principalmente en los Estados Unidos.

La explicación de cada uno de los componentes y su relación con la TASC, se detallan en los resultados y la discusión.

***Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico.*** Tal como señala Moreira (2005), el Aprendizaje Significativo Crítico permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Se trata de una perspectiva antropológica en relación a las actividades de su grupo social, que permite al individuo participar de tales actividades, pero, al mismo tiempo, reconocer cuándo la realidad se está alejando tanto que no puede ser captada por el grupo.

A la luz de esta teoría, se proponen un conjunto de principios (once en total) que aportan elementos facilitadores del aprendizaje significativo crítico. Estos son:

12. Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos.
13. Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.
14. Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos.
15. Principio del aprendiz como perceptor/representador.
16. Principio del conocimiento como lenguaje.
17. Principio de la conciencia semántica.
18. Principio del aprendizaje por el error.
19. Principio del desaprendizaje.
20. Principio de incertidumbre del conocimiento
21. Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.
22. Principio del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable.

Además, Moreira (Ibid.) expresa que todos los principios son viables para su implementación en el aula y, al mismo tiempo, es crítico (subversivo) en relación a lo que normalmente ocurre en la praxis docente. Desde la visión del propio autor, la implementación de esos principios del aprendizaje se favorece con un currículum y un contexto (medio social; sistema educativo) y requiere una evaluación coherente con dichos principios; de lo contrario, el aprendizaje escolar (en todos los niveles) seguirá siendo mecánico; tal vez significativo, en algunos casos, pero nunca crítico, en el sentido antropológico, subversivo, propuesto.

### **3. OBJETIVO Y ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Nos planteamos como objetivo general, elaborar un esquema que permita relacionar los estándares del ABPy a partir de sus características esenciales con algunos de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC)

Para la construcción del esquema ABPy en relación con los principios de la TASC, se realiza una selección de información, principalmente de dos textos, el primero sobre los ‘Estándares ABP:

Características esenciales del Aprendizaje Basado en proyectos<sup>7</sup> y el segundo sobre el ‘Aprendizaje Significativo Crítico’<sup>8</sup>, con la pretensión de buscar una aproximación coherente entre ambos referentes.

Para la selección de los principios se parte de la lectura de las fuentes de información y se realiza un análisis comparativo; esta acción, permitió relacionar algunos de los principios de la TASC con las características del modelo ABPy. Para eso, se construyeron tablas con el principio seleccionado y las características sugeridas por el “modelo de oro” que más se ajustaba a los siguientes criterios: ideas clave o asuntos cercanos y los propósitos de la investigación principal. Los resultados y su discusión se presentan a continuación.

De acuerdo a las pretensiones de este artículo, se describen y comentan, a continuación, los principios de la TASC seleccionados y su relación con la estrategia ABPy

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presentación de los resultados y su respectiva discusión se realizan en tres momentos, un primer momento dedicado a la presentación de los principios de la TASC seleccionados y su conceptualización alrededor de las características del ABPy, en un segundo momento se retoman las características esenciales para el diseño de proyectos y se relacionan con algunos de los principios de la TASC y finalmente se presenta el esquema diseñado a la luz de la información recopilada y relacionada.

*Momento 1: Principios de la TASC seleccionados y su conceptualización (Moreira, 2005) alrededor de las características del ABPy.*

7. *Principio de la interacción social y del cuestionamiento: enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.* En la lectura de este principio es claro que cuando un alumno formula una pregunta relevante, apropiada y sustantiva, está utilizando su conocimiento previo de forma no arbitraria y no literal, y eso es evidencia de aprendizaje significativo. En este sentido, este principio estaría relacionado en el marco de la estrategia ABPy con la *formulación de las preguntas orientadoras del proyecto*, el intercambio de ideas con los compañeros de grupo y la posibilidad de utilizarlas para generar un conocimiento mayor respecto al evento, fenómeno o problema que se analice en un contexto específico, permite establecer relaciones coherentes con este principio.

En este sentido y en concordancia con lo planteado por Moreira, una enseñanza basada en respuestas transmitidas primero del profesor para el alumno en las aulas y, después, del alumno para el profesor en las evaluaciones, no es crítica y tiende a generar aprendizaje no crítico, en general mecánico. Por el contrario, una enseñanza centrada en la interacción entre profesor y alumno enfatizando el intercambio de preguntas tiende a ser crítica y suscitar el aprendizaje significativo crítico. “Cuando se aprende a formular preguntas –relevantes, apropiadas y sustantivas– se inicia con motivación e interés el proceso se aprende a aprender y nadie nos impedirá aprender lo que queramos” (Moreira, Ibid.)

---

<sup>7</sup> Adapted and translated from Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction, by John Larmer, John Mergendoller, Suzie Boss (ASCD 2015).

<sup>8</sup> Versión revisada y extendida Publicada también en Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, n° 6, pp. 83- 101, 2005, con el título Aprendizaje significativo crítico. En <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritesp.pdf>

8. *La no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.* El uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que impliquen la participación activa del estudiante y, de hecho, promuevan una enseñanza centrada en el alumno es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo crítico.

Pero una característica esencial del ABPy es la enseñanza centrada en el alumno, que aporta elementos para la *investigación continua*; la característica que más se relaciona con este principio ya que tal y como lo menciona Moursund (2007) citado en Rodríguez, E; Vargas, É y Luna, J. (2010), esta técnica didáctica fomenta la autonomía en el aprendizaje, propicia el aprendizaje colaborativo y genera habilidades para resolver problemas en contexto. Moreira lo menciona en su escrito, “no es preciso buscar estrategias sofisticadas. La no utilización de la pizarra lleva naturalmente al uso de actividades colaborativas, seminarios, **proyectos**, investigaciones, discusiones, paneles, entre otros.

9. *Principio del aprendiz como perceptor/representador.* “La cuestión es que el aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa: todo lo que el alumno recibe, lo percibe”. En este sentido, *la conexión con el mundo real y la elaboración de un producto* en la estrategia ABPy, estarían sujetos a las percepciones que tengan los estudiantes y los docentes durante el desarrollo de un proyecto y que serán luego representadas con base en lo identificado en su contexto, percibido en su mundo y presentado a través de un producto, el cual será sometido a evaluación y que necesariamente varía de un tipo de proyecto a otro, debido a las diferentes formas de ver el mundo.

Atendiendo a lo anterior, este principio menciona que “la idea de percepción/representación nos trae la noción de que lo que “vemos” es producto de lo que creemos que “está” en el mundo. No vemos las cosas como son, sino como nosotros somos. Siempre que decimos que una cosa “es”, no lo es. En términos de la enseñanza, eso significa que el profesor estará siempre lidiando con las percepciones de los alumnos en un momento dado. Más aún, como las percepciones de los alumnos vienen de sus percepciones previas, que son únicas, cada uno de ellos percibirá de manera única lo que se les está enseñando.

10. *Principio del abandono de la narrativa, de dejar que el alumno hable.* Tener voz y voto, ésta es una de las características esenciales de la estrategia ABPy. Al respecto, “la Enseñanza centrada en el alumno, teniendo al profesor como mediador, es enseñanza en la que el alumno habla más y el profesor habla menos. Dejar que el estudiante hable implica usar estrategias en las cuales los alumnos puedan discutir, negociar significados entre sí, presentar oralmente al gran grupo el producto de sus actividades colaborativas, recibir y hacer críticas.” Es tal vez el principio que presenta una relación más evidente con la estrategia ABPy.

11. *Principio del aprendizaje por error.* En este principio, Postman (1996, p. 120) citado en Moreira (2005) sugiere una metáfora: “los profesores como detectores de errores que intentasen ayudar a sus alumnos a reducir errores en sus conocimientos y habilidades”. O sea, tales profesores buscarían ayudar a sus alumnos a ser también detectores de errores. Esto nos remite, otra vez, a la idea de aprendizaje significativo crítico; buscar sistemáticamente el error es pensar críticamente, es aprender a aprender, es aprender críticamente rechazando certezas, encarando el error como algo natural y aprendiendo a través de su superación. ¿Cómo relacionar este principio con el ABPy?

Pareciera que las características del ABPy que permiten responder la pregunta anterior, están relacionadas con la *reflexión* y la *revisión y crítica*, ambas características apuntan a la autoevaluación y la coevaluación, lo cual permite atender los problemas que se puedan presentar

durante el desarrollo de un proyecto. Esta cuestión permite que los estudiantes evalúen su propio aprendizaje y en esta medida, la evaluación sería formativa y los errores representarían oportunidades de mejora.

12. *Principio del conocimiento como lenguaje.* Con base en algunos de los propósitos de la investigación general que abarca este trabajo (reconocer la argumentación oral y escrita como evidencia de aprendizaje significativo crítico), el lenguaje juega un papel fundamental, lo cual se constituye en un criterio para la selección de este principio, en este sentido, se puede concluir que existe una relación con cada una de las características del ABPy como un “principio transversal” ya que la construcción de nuevos significados, el manejo de símbolos, la construcción de argumentos y la posibilidad de usar los conceptos en diferentes contextos y escenarios, se pueden encontrar desde la construcción de una pregunta hasta la presentación de un producto final.

La misma conceptualización de este principio expresa que “aprender un contenido de manera significativa es aprender su lenguaje, no sólo palabras – también otros signos, instrumentos y procedimientos – aunque principalmente palabras, de forma sustantiva y no arbitraria. Aprenderla de forma crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una nueva forma de percibir el mundo. La enseñanza debe buscar la facilitación de ese aprendizaje y ahí entre en escena el principio de la interacción social y del cuestionamiento: el aprendizaje de un nuevo lenguaje es mediado por el intercambio de significados, por la clarificación de significados, por la negociación de significados que se hace a través del lenguaje humano.

En este orden de ideas el principio de conocimiento como lenguaje tendría una relación casi que directa con cada una de las características del ABPy.

**Momento 2:** *presentación de las características esenciales para el diseño de proyectos y su relación con algunos de los principios de la TASC*

A continuación, se presenta en la primera columna cada una de las características del ABPy y algunas ideas como marco conceptual, en la segunda columna las ideas clave que indican la relación existente entre el ABPy y los principios enunciados anteriormente y en la tercera Columna un número que hace referencia directa con la numeración utilizada para la presentación de los principios en el momento uno.

**Tabla 1. Relación Características ABPy y principios de la TASC**

Características ABPy: Asuntos teóricos – (Documento base)	Ideas clave	Principio TASC
<p><b>Pregunta orientadora:</b> El corazón de un proyecto –de lo que se "trata", si se quiere resumir- es un problema para investigar y resolver, o una pregunta para explorar y responder.</p>	<p>“Un problema o pregunta atractiva hace que el aprendizaje sea más significativo para los estudiantes.” “Están aprendiendo porque tienen una necesidad real de saber algo, por lo que pueden utilizar este conocimiento para resolver un problema o responder a una pregunta que les importa.” “Cuando los maestros diseñan y realizan un proyecto, sugerimos que ellos (a veces con los estudiantes) escriban el problema o pregunta central en forma de una "pregunta orientadora" abierta y amigable para los estudiantes que enfoca su tarea.”</p>	<p>1 y 6</p>

<p><b>Investigación continua:</b> Investigar es buscar información en profundidad; es un proceso más activo que simplemente "buscar algo" en un libro o en línea. El proceso de investigación lleva tiempo, lo que significa que un proyecto ABP dura más de unos días. En ABP, la investigación es iterativa.</p>	<p>“Los estudiantes hacen preguntas, encuentran recursos para ayudarlos a responder.” “Los proyectos pueden incorporar diferentes fuentes de información, mezclando la idea tradicional de "investigación" (leer un libro o buscar información en un sitio web) con entrevistas en terreno real con expertos, proveedores de servicios o usuarios.”</p>	2 y 6
<p><b>Conexión con el mundo real:</b> Cuando la gente dice que algo es real, generalmente significa que es genuino o auténtico, no falso. En la educación, el concepto tiene que ver con cómo el "mundo real" es el aprendizaje o la tarea. El mundo real aumenta la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.</p>	<p>“Puede implicar el uso de procesos, tareas y herramientas del mundo real y estándares de rendimiento, como cuando los estudiantes planean una investigación experimental o usan software de edición digital para producir videos que se acercan a la calidad profesional.” “Como cuando los estudiantes abordan una necesidad en su escuela o comunidad (por ejemplo, diseñar y construir un jardín escolar, mejorar un parque comunitario, ayudar a los inmigrantes locales) o crear algo que será usado o experimentado por otros.”</p>	3 y 6
<p><b>Producto para un público:</b> Un "producto" puede ser algo tangible, o puede ser una presentación de una solución a un problema o una respuesta a una pregunta orientadora.</p>	<p>“Un proyecto puede tener autenticidad personal cuando habla a las preocupaciones, intereses, culturas, identidades y asuntos de los estudiantes en sus vidas.”  “mediante la creación de un producto, los estudiantes hacen tangible lo que han aprendido y cuando se comparte públicamente se vuelve discutible”  “Esto tiene un impacto en la cultura de la clase y de la escuela, ayudando a crear una "comunidad de aprendizaje.”</p>	
<p><b>Voz y voto de los estudiantes:</b> Tener voz en un proyecto crea un sentido de pertenencia en los estudiantes. Se preocupan más por el proyecto y trabajan más.</p>	<p>“Si los estudiantes no son capaces de usar su juicio al resolver un problema y responder a una pregunta orientadora, el proyecto sólo se siente como hacer un ejercicio o seguir un conjunto de instrucciones.” “Los estudiantes pueden escribir su propia pregunta orientadora y decidir cómo quieren investigarla, demostrar lo que han aprendido, y cómo compartirán su trabajo.”</p>	4 y 6
<p><b>Reflexión:</b> La reflexión puede ocurrir de manera informal, como parte de la cultura y el diálogo del aula, pero también deben ser una parte explícita de las etapas del proyecto dentro de la evaluación formativa programada, las discusiones en los puntos de control del proyecto y las exhibiciones públicas del trabajo del estudiante.</p> <p><b>Crítica y Revisión:</b> El trabajo de alta calidad de los estudiantes es un sello distintivo de los proyectos basados en estándares ABP y tal calidad se logra a través de la crítica y la revisión reflexivas</p>	<p>“Ayuda a los estudiantes a solidificar lo que han aprendido y a pensar en cómo podría aplicarlo en otros lugares, más allá del proyecto.” “La reflexión sobre el desarrollo de habilidades ayuda a los estudiantes a interiorizar lo que éstas significan y a establecer metas para un mayor crecimiento.” “Se debe enseñar a los estudiantes cómo dar y recibir comentarios constructivos que mejoren los procesos y productos del proyecto, guiados por rúbricas, modelos y guías de retroalimentación / crítica formal.” “La "evaluación formativa", que no sólo significa que los maestros dan retroalimentación a los estudiantes, sino que los estudiantes evalúan los resultados de su aprendizaje.”</p>	5 y 6

**Momento 3:** Presentación del esquema elaborado a la luz de la información recopilada y relacionada.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se presenta el esquema que permite relacionar los principios de la TASC con las características esenciales para el diseño de un proyecto – Aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica (ABPyC- ver figura 2). Si bien requiere trabajo posterior, puede considerarse una aproximación inicial, un intento por fundamentar teóricamente la estrategia ABPy, que busca que los docentes y los investigadores que la utilizan lo hagan con el propósito de promover aprendizaje significativo en su visión crítica.

En el esquema de la figura 2 se presenta una línea central principal basada en los conocimientos y habilidades que son necesarios para caracterizar el ABPy; además se ubica en esta misma línea, el principio seis “conocimiento como lenguaje” de la TASC, otorgándole un papel protagónico y transversal en relación con los otros principios. Es importante anotar que las líneas permiten apreciar una relación entre todos los principios y características, los cuales a raíz de lo ya expuesto anteriormente y retomando los elementos de la TASC, deberían presentarse de forma simultánea para lograr un aprendizaje significativo crítico. La relación directa que se muestra entre algunas de las características del ABPy (por ejemplo, entre ‘reflexión’ y ‘crítica y revisión’), se realiza para indicar su foco en un mismo principio, en este caso el principio 5.



**Figura 2.** ABPyC, adaptado del “modelo de oro” para estándares en PjBL, del Buck Institute for Education (BIE)

Este esquema no debe confundirse con el diagrama de Ishikawa (Espina de pescado, 1943) ya que, aunque la forma es similar, no pretende mostrar relaciones múltiples de causa-efecto entre variables, como suele utilizarse en escenarios relacionados con la calidad, los productos o los servicios.

## 5. CONCLUSIONES

Respecto a las relaciones establecidas entre el ABPy y los principios de la TASC seleccionados, se puede concluir para cada uno de los principios seleccionados lo siguiente:

**Principio 1.** Tal y como lo menciona Moreira, “el aprendizaje significativo crítico no es consecuencia tan sólo de aprender a preguntar, pues de esa forma estaríamos cayendo exactamente en lo que criticamos, o sea, en la causalidad simple, fácilmente identificable”; en este punto es importante que el docente oriente adecuadamente el trabajo por proyectos, dando la oportunidad al estudiante para que plantee preguntas, que las discuta con sus compañeros y que pueda utilizarlas como punto de partida para emprender un proyecto.

**Principio 2:** Aunque no se incluyan otros principios propuestos desde la TASC, no significa que no estén presentes, por ejemplo, este principio tiene una clara relación con el principio de la no centralización en el libro de texto, ya que se hace referencia al uso de documentos, artículos y otros materiales educativos, es decir, de la diversidad de materiales educativos; lo cual también atiende a características del ABPy como es el caso de la investigación continua.

**Principio 3.** Tal y como se menciona en la teoría, “el profesor es también un perceptor y lo que enseña es fruto de sus percepciones. Lo cual quiere decir que la comunicación solamente será posible en la medida en que dos perceptores, en este caso, profesor y alumno, busquen percibir de forma semejante los materiales educativos del currículum. Esto corrobora la importancia de la interacción personal y del cuestionamiento en la facilitación del aprendizaje significativo”. En el marco de los proyectos, los productos presentados y su conexión con el mundo real deberían estar en concordancia con lo que enuncia este principio.

**Principio 4:** La autonomía, la disciplina, el trabajo colaborativo, la presentación de avances, son algunas de las características que desde el trabajo por proyectos permiten apreciar la puesta en marcha de este principio en la escena educativa.

**Principio 5.** Es importante permitir que los estudiantes construyan una visión de ciencia como algo no acabado y que no presenta una verdad absoluta. Según Moreira, lo que es un error es pensar que la certeza existe, que la verdad es absoluta y que el conocimiento es permanente.

**Principio 6.** Moreira menciona que “cada lenguaje, tanto en términos de su léxico como de su estructura, representa una manera singular de percibir la realidad. Prácticamente todo lo que llamamos conocimiento es lenguaje”. En este sentido cada una de las características del ABPy, son potencialmente pertinentes para alcanzar este principio y aportan elementos para construir conocimiento.

Por otro lado, se puede concluir que el esquema propuesto no es un producto finalizado, es importante hacer énfasis en que está adecuado a los objetivos de un trabajo de tesis doctoral que se encuentra en camino y que podría ser adaptado a la luz de otros principios e interpretaciones, según los contextos y los propósitos de investigación.

La estrategia ABPy orientada desde el Aprendizaje Significativo Crítico, se puede constituir en una herramienta valiosa para acercar a los estudiantes a los conceptos científicos de forma contextualizada y pertinente en aras de formar estudiantes críticos y reflexivos.

Finalmente, el Aprendizaje basado en proyectos desde una mirada crítica (ABPyC) podría contribuir en el desarrollo de las habilidades para el siglo XXI en relación con el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación, la resolución de problemas, el manejo de la información, solo por mencionar algunas. Este podría ser un punto de análisis para otra investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- Benegas J., Villegas M., Pérez de Landazábal M. C., Otero J. (1009). Conocimiento conceptual de física básica en ingresantes a carreras de ciencias e ingeniería en cinco universidades de España, Argentina y Chile”, *Rev. Iberoamericana de física*, Vol. 5, N° 1, págs. 35-43.
- Larmer, J; Mergendoller, J., Boss, S. (2015). Estándares ABP: Características esenciales del Aprendizaje Basado en proyectos. Buck Institute for Education 2015. Pp. 1-4, Accesado en [http://www.bie.org/object/document/gold\\_standard\\_pbl\\_essential\\_project\\_design\\_elements](http://www.bie.org/object/document/gold_standard_pbl_essential_project_design_elements) (25 de Junio de 2017)
- Moreria, M. A. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico. Versión revisada y extendida de la conferencia dictada en el *III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de septiembre de 2000. Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, pp. 33-45 con el título original de Aprendizaje Significativo Subversivo. Publicada también en *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, n° 6, pp. 83- 101, Accesado en <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritesp.pdf> (20 de Junio de 2017)
- Rodríguez, E; Vargas, É., Luna, J. (2010). Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos”. *Educación y Educadores*, 13 (1)
- Rosales, F; Mercado, V; Monasterolo, R y Ribotta, S. (2016). Implementación de un Laboratorio de Física en Tiempo Real para el Aprendizaje Activo de Circuitos Eléctricos. *Formación. Universitaria*. vol.9 no.6.

**El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) como línea de práctica pedagógica en un programa de formación de maestros en Ciencias Naturales**

**Project Based Learning as a line of pedagogical practice in a Teachers Training Program of Natural Sciences**

Christian Fernney Giraldo Macias

Diana Paola Martínez Salcedo

**Resumen**

Este reporte, presenta una iniciativa para estructurar e implementar una línea de práctica pedagógica, orientada por la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), sustentada en la Teoría del Aprendizaje Significativo y los “estándares de oro” para el diseño de proyectos, propuestos por el Buck Institute for Education (BIE) en el programa de Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en la ciudad de Medellín, Colombia. Se presenta el proceso de formulación y postulación de la propuesta, el grupo de trabajo conformado y los proyectos estructurados y aplicados en diferentes instituciones educativas de la ciudad.

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje significativo, práctica pedagógica.

**Introducción**

En la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquía y específicamente en el programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, los maestros en formación, en su programa curricular, realizan su práctica profesional y trabajo de grado atendiendo a las disposiciones del Reglamento de Prácticas Académicas para los programas de pregrado de la Facultad de Educación (Acuerdo 284 del 18 de septiembre de 2012). A partir de esta disposición se realiza una convocatoria pública, en la cual diferentes docentes proponen líneas de investigación en el ámbito educativo, que atiendan a las áreas de interés definidas por el comité de carrera del programa (Historia y epistemología de las Ciencias, Relaciones CTSA, Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación de las Ciencias, entre otras).

En este orden de ideas, las Prácticas Pedagógicas pueden ser desarrolladas a través de una propuesta de docencia, de investigación o de extensión. Para el caso de este reporte, se presenta una práctica pedagógica en docencia, la cual centra su acción pedagógica en la enseñanza en una institución, en unos niveles educativos, en un grado escolar y en un saber

por enseñar. Además, el asesor de práctica según reglamentación institucional, deberá ser un profesor de planta, ocasional o de cátedra, con título de pregrado, posgrado y con experiencia profesional en educación, en investigación y en el saber específico propio de la práctica del Programa.

Continuando con el proceso anterior, cada semestre los programas académicos ofertados en la facultad de educación, realizan una convocatoria

pública para la presentación de líneas de investigación en práctica pedagógica, luego, según el número de estudiantes inscritos y bajo una escala de valoración que incluye la revisión del currículo del docente, la coherencia de su propuesta de práctica y una sustentación oral, se asigna un puntaje que oscila entre los 0 y los 100 puntos.

Tomando como referente las áreas de interés del programa, en este reporte se presenta el proceso de postulación y puesta en marcha de una línea de investigación enmarcada en el componente Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación de las Ciencias, específicamente, mediante la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y sustentada teóricamente desde la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 2002) y la visión crítica propuesta por Moreira (2015), referentes académicos que están relacionados con el proceso de formación de los maestros que postulan la línea de investigación.

Con base en lo planteado anteriormente, se formula como pregunta orientadora de esta propuesta ¿Cuál es el papel de un docente de Ciencias Naturales en un proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por proyectos? esto, debido a que la formación que reciben los docentes en su pregrado, pareciera estar inmersa en el discurso tradicionalista, lo cual no es malo, pero si resulta problemático pensar en este discurso, como único enfoque de enseñanza. Por otro lado, si se va a trabajar bajo el ABPy, los maestros en servicio deberían ser informados sobre las estrategias pedagógicas que han sido señaladas como efectivas para la implementación de las actividades y ser guiados para diseñar e implementar las clases, Han, et al. (2015).

Además, emplear el ABPy como estrategia pedagógica, se asume como una apuesta pertinente en la experiencia educativa, debido a que éste permite el logro de aprendizajes significativos, porque surgen de actividades relevantes para los estudiantes y contemplan muchas veces objetivos y contenidos que van más allá de lo estrictamente curricular.

Por otro lado, aunque el ABPy es una poderosa herramienta de enseñanza, muchos docentes no lo usan porque no es abordado en los programas de formación de maestros. Luego, en la práctica se observan estudiantes que suelen utilizar modelos científicos simplificados, que tienen significado para el nivel de erudición del profesor, pero que no encuentran referente en la estructura cognitiva de los estudiantes. En estas circunstancias, los estudiantes deben incorporar memorísticamente un modelo que no es completamente científico y que, además, les resulta escasamente significativo, Galagovsky & Adúriz-Bravo (2001).

De acuerdo con los razonamientos que se han presentado, resulta necesario un maestro que entienda los campos pedagógicos, didácticos y científicos y es en este sentido, que los propósitos de formación de la licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, juegan un papel importante; específicamente, desde el espacio denominado “Práctica Pedagógica”, en el cual se debe formar un docente que potencie en los estudiantes su interés por aprender y motive desde su quehacer la producción de conocimiento, pero que adicionalmente, genere en el docente en formación una actitud crítica y propositiva de acuerdo a su contexto de actuación y a las problemáticas que se identifiquen en el mismo (Número de estudiantes por salón, desmotivación, estudiantes con capacidades diversas, entre otros). A continuación, se presenta la propuesta, los participantes, los proyectos adelantados y las reflexiones del proceso.

### **Referentes conceptuales**

Para la formulación de la propuesta, se revisaron referentes teóricos que se consideran centrales para la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), entre ellos, la teoría del aprendizaje significativo (TAS) (Moreira, 2000; Ausubel, 2002) y la propuesta de ABPy del Buck Institute for Education (BIE).

Inicialmente, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), consiste en plantear a los estudiantes un proyecto que sea percibido por ellos como ambicioso pero viable, que deben llevar a cabo en pequeños equipos. El proceso de enseñanza y aprendizaje se organiza entonces en función de las necesidades de aprendizaje de estos. Así mismo, el ABPy, introduce elementos adicionales de motivación para que los estudiantes realicen las actividades planificadas y se introduzca en el proceso con relativa facilidad el desarrollo de habilidades transversales tales como el trabajo en grupo, el aprendizaje cooperativo o la comunicación eficaz, Garrigós y Valero-García (2012).

Al tratarse de una metodología activa son múltiples las ventajas que ofrece a los estudiantes. En este sentido, Imaz (2014), define el ABPy como una estrategia didáctica, en la cual los estudiantes, organizados en grupos, desarrollan proyectos basados en situaciones reales (Boss y Krauss, 2007; Bender, 2012; Patton, 2012; Garrigós y Valero-García, 2012). Además, se crean grupos de estudiantes para investigar proyectos y proponer soluciones, trabajando de esta forma habilidades que necesitarán para su carrera profesional y para su vida: cooperación, investigación, pensamiento creativo, comunicación, gestión del tiempo, entre otras.

Los planes de trabajo se estructuran de acuerdo a las características de un contexto y se rigen por los principios del ABPy, definidos por Remacha, Irure y Belletich (2015): la globalización, la contextualización de los aprendizajes, la organización del contenido, los recursos, los materiales, los espacios, los tiempos, la significatividad del aprendizaje, la intencionalidad educativa, el papel del educador/a y la evaluación. Aunque los principios mencionados anteriormente son tenidos en cuenta al momento de diseñar un proyecto. Para la estructuración de esta práctica en particular, se retoma la propuesta del Buck Institute for Education (BIE), la cual se fundamenta en lo que ellos definen como los “estándares de oro” o



características esenciales para el diseño de proyectos (Larmer J., and Mergendoller J. (2015) (Ver figura 1)

Figura 1. Estándares de Oro para el ABP. Larmer y Mergendoller (2015).

Bajo esta perspectiva metodológica, se parte de los contenidos y las habilidades que se desean potenciar y se destaca dentro de esta propuesta, el papel protagónico de los estudiantes (voz y voto), la pregunta orientadora y el producto para un público. La tarea de los estudiantes y el docente será conectar con su contexto el problema, realizar procesos de investigación continua y por supuesto pensar el proceso evaluativo desde los procesos de reflexión, crítica y revisión.

De forma complementaria, La Teoría del Aprendizaje Significativo en el marco del trabajo por proyectos juega un papel importante ya que está enmarcada en un enfoque constructivista y tiene como sustento, el supuesto de que los individuos construyen su propia noción de la realidad que viven.

Ausubel resume este hecho en el epígrafe de su obra mediante la siguiente frase: "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente" (Moreira, 2000, p. 9). Asunto que resulta relevante para la fase de diseño de un proyecto, ya que se debería partir de las ideas previas de los estudiantes, para generar proyectos que atiendan de manera efectiva a sus exigencias.

Así mismo, se dice que para que se dé en el sujeto un aprendizaje significativo, es necesario que la información que adquiere el estudiante del mundo exterior interactúe de

manera no arbitraria y no literal con información ya existente en su estructura cognitiva (subsumidores); y es en este proceso donde actúa el maestro como intermediario entre los estudiantes y los conceptos científicos, al diseñar una serie de materiales y ponerlos en práctica en el aula de clase, los cuales deberán ser potencialmente significativos.

En el ámbito de este trabajo, el aprendizaje significativo juega un papel fundamental, debido a que permite:

a. Indagar las ideas previas de los estudiantes para el posterior lanzamiento del proyecto a desarrollar.

b. El diseño de material potencialmente significativo, que en este caso puede ser elaborado por ellos mismos durante el desarrollo del proyecto.

c. La implementación de mapas conceptuales, diagramas V, diagramas de argumentación, software de gestión de proyectos, como instrumentos que permiten evidenciar el AS.

d. La revisión y evaluación permanente del interés de los estudiantes por resolver la cuestión planteada. (predisposición)

Además, desde la visión crítica propuesta por Moreira (2005) se intentan establecer relaciones entre los once principios que él propone y las características esenciales para el diseño de proyectos.

## **Metodología**

### **Contexto de actuación**

La propuesta presentada, se llevó a cabo en el programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental para el semestre 2017-2, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en Medellín, Colombia. Entidad de carácter público y vinculada al Ministerio de Educación Nacional en lo que tiene que ver con las políticas y la planeación del sector educativo.

### *Propuesta*

Para la conformación y puesta en marcha de la línea de práctica, se siguieron tres fases: convocatoria y presentación de soportes ante el comité de carrera, socialización con estudiantes y diseño e implementación de la línea.

Fase I: se presentó una propuesta escrita que consideraba asuntos relacionados con la problemática o ámbito de reflexión, justificación, objetivos, referentes conceptuales, contexto y metodología. Posteriormente, se realizó una sustentación oral frente al comité de carrera de la licenciatura, los cuales, evaluaron,

además, las hojas de vida de los dos docentes proponentes y finalmente se entregó un resultado (ver tabla 1).

HOJA DE VIDA		
	CONCEPTO	MÁXIMO PUNTAJE
A	Formación académica (título de pregrado y postgrado en educación).	(Hasta 30 puntos)
B	Experiencia en docencia universitaria certificada. (mínima de 2 años )	
C	Experiencia investigativa (asesoría de proyectos en pregrado y posgrado; participación en eventos; y publicaciones)	
PROPUESTA DE PRÁCTICA		
	CONCEPTO	MÁXIMO PUNTAJE
A	<b>Propuesta escrita</b>	(Hasta 50 puntos)
	Coherencia de la propuesta con los propósitos de formación del programa	
	Fundamentación teórica	
	Aportes a la línea de investigación	
	Correspondencia con las actuales tendencias en educación en ciencias	
B	<b>Sustentación oral</b>	(Hasta 20 puntos)

Tabla 1. Criterios de Evaluación.

El puntaje mínimo establecido para asesorar maestros en formación en la práctica pedagógica es de 70 y el valor obtenido fue de 79 (21, 38 y 20 para cada ítem evaluado).

Fase II: Para la socialización con estudiantes, se realizó una presentación con los aspectos más relevantes de la línea, enfatizando en la estrategia ABPy. La intención inicial era motivar a los maestros en formación a adscribirse a la línea, presentar la fundamentación teórica, la puesta en marcha, los procesos de integración con las instituciones educativas y la evaluación (Ver figura 2).

### El ABP como línea de trabajo



Figura 2. Presentación línea ABPy.

Fase III: El proceso de implementación de la línea, se desarrolló en tres espacios de formación, denominados práctica pedagógica I, práctica pedagógica II y trabajo de grado. Además, se plantearon algunas preguntas orientadoras como: ¿Cuál es el rol del ABPy en los procesos de enseñanza y aprendizaje de conceptos científicos?, ¿Cuál es el papel de un

docente de ciencias naturales en un proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por proyectos?, ¿Cómo aportar en la construcción de actividades significativas para los estudiantes desde sus contextos a partir de proyectos que les permitan enfrentar los retos de una sociedad heterogénea y cambiante?

Adicionalmente, los cursos diseñados fueron tipo seminario y atienden a tres componentes: el investigativo, en el cual se discuten asuntos relacionados con paradigmas en investigación educativa, métodos de investigación, instrumentos de recolección y análisis de información, entre otros; la docencia, que rescata la importancia de reflexionar alrededor de las actividades ejecutadas en los centros de práctica, el rol del maestro, los retos y las limitaciones; por último, asuntos pedagógico - didácticos que permiten ubicar al maestro en formación en su rol de sujeto activo que es capaz de secuenciar contenidos, innovar en el aula y reconocer las potencialidades de su quehacer.

Además, la duración de cada seminario es de 4 horas semanales para la práctica I y II y de 2 horas para el trabajo de grado. Se programan asesorías con los estudiantes para la revisión y presentación de avances y los maestros en formación a sus centros de práctica 6 horas semanales para las prácticas I y II. Se espera que, en Práctica Pedagógica I, los estudiantes puedan avanzar en la formulación de su pregunta de investigación, definición de objetivos y revisión bibliográfica. Para la práctica pedagógica II, la configuración de un marco conceptual y metodológico y aplicación de la propuesta de intervención y finalmente en el trabajo de grado, profundicen en el análisis de los datos obtenidos y en la redacción del informe final.

### **Resultados obtenidos**

Después de la fase II, se inscribieron 8 estudiantes a la línea, con edades entre los 23 y 30 años, 7 mujeres y un hombre. Se estableció, además, un convenio con el Parque Explora, una entidad definida por ellos mismos como “un parque de ciencia y tecnología, un acuario, un planetario. Un espacio con salas premiadas nacional e internacionalmente por sus experiencias poco convencionales, que permiten vivir el significado más profundo y verdadero de la innovación”, además de esta definición, es el lugar de encuentro de estudiantes quienes presentan sus proyectos de investigación en una feria que se realiza cada año y que involucra a docentes e instituciones educativas de la ciudad. Este escenario sirvió como centro de práctica durante el primer semestre de los estudiantes, el cual prestó asesoría en el diseño de los proyectos.

Por otro lado, al iniciar la Fase III, los estudiantes en su práctica pedagógica II, definieron los objetivos de sus trabajos e iniciaron el diseño y posterior implementación de los proyectos. Para la presentación de los resultados obtenidos, se resumen en la tabla 2, el número de participantes, título, objetivo, producto esperado, número de estudiantes, grado e institución educativa.

Trabajo de grado	Objetivo general	Producto	Número de estudiantes	Grado e Institución Educativa
La cartografía ambiental enfocada en la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos.	Analizar la potencialidad de un proyecto enfocado en la cartografía ambiental para el aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto ecosistema.	Cartografía	35 Estudiantes Grado Séptimo	Séptimo La Huerta
Proyecto gen-ética, un a posibilidad para comprender ¿quiénes somos? y ¿de dónde venimos?	Analizar el aprendizaje que tienen los estudiantes sobre la genética al aplicar un proyecto que incorpora asuntos bioéticos.	Sitio Web	36 estudiantes de grado noveno	Noveno Alfonso Upegui Orozco
Una estrategia Pedagógica que posibilita el aprendizaje de los efectos ocasionados por los microorganismos en la salud.	Analizar las evidencias de aprendizaje de los estudiantes sobre los efectos ocasionados por los microorganismos en la salud a partir de la aplicación de un proyecto.	Revista digital	40 estudiantes de grado cuarto	Cuarto Sol Oriente
Aprendizaje basado en proyectos: estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje significativo crítico de la primera ley de la termodinámica	Analizar el aprendizaje que logran los estudiantes de grado octavo sobre la primera ley de la termodinámica a través de la estrategia pedagógica	Eco-doméstico	90 estudiantes grado noveno	Alfonso Upegui Orozco

Tabla 2. Trabajos de grado línea ABPy.

Los trabajos elaborados se realizaron en parejas. Además, cómo se puede apreciar en la tabla 2, los conceptos ecosistema, genética, microorganismos y primera ley de la termodinámica, aparecen como protagonistas de cada uno de los proyectos. Adicionalmente, cada grupo se puso como reto, evidenciar algunos de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) propuesto por Moreira (2015), asunto que se discute de manera particular en cada trabajo en la fase de análisis e interpretación de la información.

## Consideraciones finales

Si bien las líneas de práctica cambian con el paso de los semestres académicos, los intereses del programa de formación y las demandas de la sociedad, se sentó un precedente y se logró dar a conocer una práctica profesional desde un campo que se explora por primera vez en este programa, articulando la universidad y específicamente el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales, con entidades como el Parque Explora y algunas Instituciones Educativas de la ciudad de Medellín.

En este sentido, se han impactado alrededor de 200 estudiantes, 4 instituciones educativas, 8 maestros en formación y 4 docentes cooperadores, gracias a la aplicación de proyectos contextualizados. Se espera ofertar la línea de investigación para el semestre 2019-1.

Finalmente, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) sustentado teóricamente desde la Teoría del Aprendizaje Significativo, intenta resaltar la importancia de diseñar proyectos de manera rigurosa, pertinente, contextualizada, sin dejar de lado el rol del docente y el voz y voto de los estudiantes durante el diseño y la ejecución de estos.

## Referencias

Galagovsky, L y Adúriz, B, A (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales el concepto de modelo didáctico. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 19 (2), 231-242

Garrigós S. y Valero G. (2012). Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia. *Revista de Docencia Universitaria*. Vol.10 (3) Octubre-diciembre 2012, 125 – 151. ISSN:1887-4592

Han, S., Yalvac, B., Capraro, M., & Capraro, R. (2014). In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76.

Imaz, Jose Ignacio. (2015) Aprendizaje Basado en Proyectos en los grados de Pedagogía y Educación Social: “¿Cómo ha cambiado tu ciudad? *Revista Complutense de Educación Volumen 26 Núm. 3* (Pp. 679- 696).

Larmer J., and Mergendoller J. (2015). *Why We Changed Our Model of the “8 Essential Elements of PBL”*. Buck Institute for Education.

Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, núm. 6, pp. 83-102.

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, núm. 6, pp. 83-102.

Moreira, M. A. (2010). Aprendizaje significativo crítico. Versión revisada y extendida de la conferencia Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, pp. 33-45. Traducción de Ileana Greca y María Luz pp. 1-25.

Remacha I. y Belletich (2015). El método de ABP en contextos educativos rurales y socialmente desfavorecidos de la educación infantil. *Perspectiva educacional*, Vol. 54, 1.