

SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO  
CRÍTICO

Un estudio aplicado al fomento de la energía sostenible

MIGUEL ALEXANDER REYES SUÁREZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ  
2019

SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO  
CRÍTICO

Un estudio aplicado al fomento de la energía sostenible

MIGUEL ALEXANDER REYES SUÁREZ


Tesis de grado para obtener el título de  
Magister en Docencia de la Química

Directora

Yolanda Ladino Ospina


UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ

2019

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formadora de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 104	


<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO. Un estudio aplicado al fomento de la energía sostenible
<b>Autor(es)</b>	Reyes Suárez, Miguel Alexander
<b>Director</b>	Ladino Ospina, Yolanda
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 100 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Palabras Claves</b>	SECUENCIA DIDÁCTICA, PENSAMIENTO CRÍTICO, ENERGÍA SOSTENIBLE

<b>2. Descripción</b>
<p>Tesis de grado que propone una secuencia de enseñanza aprendizaje SEA en el marco de la Educación para el Desarrollo Sostenible, con el fin de fortalecer el pensamiento crítico en estudiante de grado del colegio Alberto Lleras Camargo IED, mediante la estrategia educativa de las 7E.</p> <p>Así mismo, se concluye que la SEA basada en la estrategia de las 7E y fundamentada en los principios de la EDS en torno al tema de consumo y producción de energía, incidió en el desarrollo de pensamiento crítico de los estudiantes participantes de esta investigación.</p> <p>Finalmente, se recomienda que la SEA participe en la aplicación de pruebas piloto, en contextos específicos, y la revisión de expertos que permitan una correlación más profunda con los intereses y objetivos de futuras investigaciones.</p>

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 104	

### 3. Fuentes

- Alzate, O. E. T. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4138/413835215010.pdf>
- Beltrán Beltrán, N. E. (2018). *Secuencia de enseñanza aprendizaje (sea): estrategia para fortalecer los comportamientos proambientales en los niños del grado cuarto de la institución educativa departamental bicentenario sede San Andrés del municipio de Funza*. (Tesis de maestría), Universidad de Ciencia Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia.
- Berenguer Húngaro, M. T. M., José, J., & Deas Yero, D. (2006). El reciclaje, la industria del futuro. *Ciencia en su PC*, 7(3), 1-8. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181322792005>
- British Petroleum, B. P. (2013). BP Statistical Review of World Energy June 2013. British Petroleum June.
- Camargo, L. A., Arboleda, M. N., & Cardona, E. (2013). Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible. *Boletín virtual XM*. Compañía Expertos en Mercados, filial de ISA, Colombia. Recuperado de [https://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia\\_Feb2013.pdf](https://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia_Feb2013.pdf)
- Cardona, C. J. F., Henao, J. D. V., & Morales, Y. O. (2008). Caracterización de la demanda mensual de electricidad en Colombia usando un modelo de componentes no observables. *Cuadernos de Administración Bogotá*, 21(36), 221-235. Recuperado de [file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/3945-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13975-1-10-20121115%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/3945-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13975-1-10-20121115%20(1).pdf)
- Córdoba, (2007). Capacidades y Libertades “una aproximación a la teoría de Amartya Sen”. *Revista Internacional de Sociología*, 65(47), 9-22. Recuperado de <file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/50-50-1-PB.pdf>
- Cunningham, R. E. (Agosto 2003). La Energía, historia de sus fuentes y transformación. *Petrotecnia*, 52-60.
- Eisenkraft, A. (2003). ‘Expanding the model 5E’. *The Science Teacher*, 70(6), 57-59..

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revista de Pedagogía</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 104	

Ennis, R. H. (1962). A concept of critical thinking. *Harvard Educational Review*, 32(1), 81-111.

Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. En J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Series of books in psychology. Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York: Freeman.

Ennis, R. H. (1987). Critical thinking and the curriculum. *Thinking skills instruction: Concepts and techniques*, 40-48.

Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational researcher*, 18(3), 4-10.

Escobar, (2007). *La Invención del Tercer Mundo "construcción y deconstrucción del desarrollo"*. 1ª ed. Caracas, Venezuela: El perro y la Rana.

Espejo Marín, C. (2010). Los nuevos paisajes de la energía solar: las centrales termosolares. *Revista de Climatología, Meteorología y paisaje*, 25, 65-91.


Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?. *Insight Assessment*, 23, 11-27.

Fernández, P. (1993). Energía eólica. Universidad de Cantabria. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, p.136

García Henao, L. (2011). Teoría del desarrollo sostenible y legislación ambiental colombiana. Una reflexión cultural. *Revista de Derecho*, 20(20).

Gudynas, (2011). Debates sobre el desarrollo y sus alternativas en América Latina: Una breve guía heterodoxa, pp 21-53, En "Más allá del desarrollo", Grupo Permanente de Trabajo sobre Alternativas al Desarrollo. M. Lang y D. Mokrani, eds. Fundación Rosa Luxemburgo y AbyaYala, Quito.

Giddens, A. (2000). Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas. Grupo Santillana de Ediciones, S. A. Madrid.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revolution in Education</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 5 de 104</b>	

Guerrero, L. (2017). *Revisión de las energías alternativas aplicadas en colegios y su influencia en la educación ambiental colombiana*. Proyecto para obtener el título de Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.

Hawking, S. W., & Ortuño, M. (1988). *Historia del tiempo* (Vol. 21). Editorial Crítica.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5a ed. México: Mc Graw Hill.

Jusino, Á. R. V. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico *Perspectivas psicológicas*, 4(4), 35-42.


Leff, E. (1998). *Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad y poder*. México: Siglo XXI editores.

Leff, E. (2003). *Racionalidad Ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. México: Siglo XXI editores.


Leff, Enrique y Bastida, Mindahi (coords.) 2001 Comercio, medio ambiente y desarrollo sustentable. Las perspectivas de América Latina y el Caribe (México DF: PNUMA/CEIICHUNAM) Serie Foros y Debates Ambientales N° 2, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.

Leff, E. (2002). "La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza". En *La guerra infinita. Hegemonía y terror mundial*, editado por Ana Esther Ceceña y Emir Sader. Buenos Aires: Clacso/asdi: 191-216

López, A, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, (22), 41-60.

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 104	

- Manassero–Mas, A., Bennàssar, R., Ortiz, S., & Moralejo, R. (2013). Innovar la educación en ciencias a través de enseñar y aprender acerca de la naturaleza de ciencia y tecnología. *X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Congreso llevado a cabo en Girona, España.
- Medina, S. Y García, J. (2005). 'Predicción de demanda de energía en Colombia mediante un sistema de inferencia difuso neuronal'. *Revista Energética*, 33, 15-24.
- Murcia, H. R. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería*, (28), 83-89.
- Morales, M., Torres, D., García, G., Villanueva, M., Bravo, S., Castro, M. T., & Canfux, V. (2006). Estrategia para la educación ambiental en los laboratorios de la carrera de licenciatura en Química. *Revista Cubana de Química*, 18(2), 214-220.
- Murga-Menoyo, M. Á. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55-83.
- Neef, M., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1993). *Desarrollo a escala humana. Una opción para el futuro*. Chile: Cepaur Fundacion Dag Hammarskjold.
- Paul, R., & Elder, L. (2003). *La mini-guía para el pensamiento crítico, conceptos y herramientas*. California: Fundación para el pensamiento crítico.
- Quintero-González, J. R., & Quintero-González, L. E. (2016). Sistemas de producción y potencial energético de la energía mareomotriz. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(1), 39-45.
- Vázquez, A. Manassero, M. Bennàssar, R. (2013). Secuencias de Enseñanza - Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología.
- Vázquez-Alonso, Á., & Rodríguez Cruz, A. M. (2014). Formación del profesorado en naturaleza de la ciencia mediante investigación-acción. *Praxis & Saber*, 5(9), 165-188.

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 104	

Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Bennàssar-Roig, A. J. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental con perspectiva latina. *Interacções*, 11(34).

Villarreal, A. I. (2007). Perspectivas de la situación energética mundial. Las oportunidades para Colombia. *Revista de Ingeniería*, (25), 74-95.


Woolfson, M. M. (2000). The origin and evolution of the solar system. CRC Press

#### 4. Contenidos

Se presenta una revisión sobre los antecedentes y la teoría relacionada con el Pensamiento Crítico (PC), la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), la estrategia 7E y las energías alternativas aplicadas con los participantes en la ejecución del presente trabajo de investigación. Así mismo, se encuentra la aplicación de tres instrumentos COCTS, HALPERN y Relaciones sobre consumo, costo y disponibilidad energética, así como la secuencia de enseñanza aprendizaje elaborada y aplicada con los estudiantes.

#### 5. Metodología

Este trabajo de investigación aplica una SEA basada en la estrategia didáctica de las 7E (Eisenkraft, 2003) y (Vásquez et al., 2013) la cual ha sido poco difundida, su objetivo es fortalecer el pensamiento crítico de estudiantes de grado octavo, en torno al tema del aprovechamiento de las fuentes de energía, y en el marco de la educación para el desarrollo sostenible. Esta convergencia de principios pedagógicos, estrategias didácticas, competencias educativas y temas poco implementados en las aulas de ciencias de la educación en Colombia, le confieren la categoría de investigación exploratoria (Hernández et al., 2010), ya que brinda una nueva perspectiva que posiblemente aporte los suficientes elementos innovadores para la enseñanza de la ciencia y la tecnología, en la formación de las presentes y futuras generaciones.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Investigando la Pedagogía</i>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 8 de 104</b>	

Por otra parte, los instrumentos para la recolección de información, aplican técnicas cualitativas y cuantitativas, basadas en la formulación de categorías de análisis, la ponderación de opciones de respuesta, la presentación de porcentajes, promedios y la interpretación de los resultados, con un enfoque que combina elementos cuantitativos y cualitativos en todo el proceso de investigación, que la ubican como una investigación exploratoria – mixta (Hernández et al., 2010).

Comprende las siguientes fases:

Primera fase: Revisión conceptual y metodológica sobre PC, EDS, SEA y 7E.

Segunda fase: Diseño de la SEA e instrumentos.


Tercera fase: aplicación de instrumentos.

Cuarta fase: análisis, conclusiones y presentación de resultados.

## 6. Conclusiones

Las evidencias obtenidas con la presente investigación permiten afirmar que la construcción de SEA inspiradas en los cuatro prismas de la EDS (integradora, contextual, crítica y transformativa) pueden promover en los estudiantes el desarrollo del pensamiento crítico, la cual a su vez se puede extender a todas las competencias que demanda la EDS, que finalmente forjan un impacto importante en los intereses de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que fomenta la formación de estudiantes más reflexivos y analíticos de la información y de los conocimientos que los rodea al punto de ser potenciadores de verdaderos cambios en la forma de accionar ante su entorno, mediante decisiones pensadas de una manera colectiva, en la búsqueda de contribuir a la sostenibilidad en la sociedad y el ambiente.

Para finalizar se concluye que la SEA basada en la estrategia de las 7E y fundamentada en los principios de la EDS en torno al tema de consumo y producción de energía, incidió en el desarrollo de pensamiento crítico de los estudiantes participantes de esta investigación. En cuanto a los objetivos específicos se logró la formulación de la SEA, la identificación de concepciones y opiniones frente a la ciencia y la aprobación por parte de pares del instrumento que establece relaciones entre consumo, costo y disponibilidad

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Ministerio de Educación</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 9 de 104</b>	

energética, más aún se requiere la validación por parte de expertos y la aplicación de pruebas estadísticas que contribuyan con su fiabilidad.

Para efectos de próximas investigaciones, se hace deseable someter el instrumento de relaciones consumo, costo y disponibilidad energética (CCD) a otro concepto de expertos y la aplicación de pruebas que den cuenta de su fiabilidad y validez (ver anexo 1), de conformidad con la población objeto, para efectos de adaptación.

Es de aclarar que a la secuencia de enseñanza aprendizaje que se presenta en este trabajo de investigación, surge como un elemento metodológico centrado en la 7E que a lo largo de su aplicación mostró ser también un instrumento de recolección de información. Por tanto, esta SEA amerita pruebas piloto, en contextos específicos, y la revisión de expertos que permitan una correlación más profunda con los intereses y objetivos de futuras investigaciones.

<b>Elaborado por:</b>	Miguel Alexander Reyes Suárez
<b>Revisado por:</b>	Yolanda Ladino Ospina

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	26	02	2020
--	----	----	------

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## Dedicatoria

A mi hija Ana Isabel Reyes Martínez, quien me ha mostrado el significado del amor, de ese que debe ser lo más cercano a como Dios lo hace con nosotros. He tenido el privilegio de percibirlo diariamente en su mirada, alegría, ternura, pataletas, hermosa voz y en todas las cosas que hace mientras explora y descubre el mundo, Te amo mi pingüina.

## Agradecimientos

Primero que todo a Dios quien a través de mi familia y amigos me ha dado la fortaleza y la constancia, para enfrentar los retos que la vida ofrece. A mi esposa Sandra Martínez que, con su apoyo, optimismo y aliento, me ha permitido insistir en creer que los proyectos y sueños son posibles de alcanzar. También al Colegio IED Alberto Lleras Camargo, quien otorgó los permisos y espacios académicos e infraestructurales para la ejecución del presente trabajo de investigación. Mención especial para mis evaluadores que con su trabajo, correcciones y sugerencias han aportado significativamente a la culminación de esta investigación. Finalmente a mi directora Yolanda Ladino que gracias a sus orientaciones y enseñanzas me han permitido forjarme como un naciente investigador en educación, en una nación necesitada de aportes que puedan incitar a la transformación educativa desde la investigación, permitiendo un fortalecimiento social, cultural y educativo en pro de un óptimo desarrollo del país.

Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos. Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42, párrafo 2.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. JUSTIFICACIÓN	22
2. ANTECEDENTES	24
2.1 ANTECEDENTES SOBRE PENSAMIENTO CRÍTICO	26
2.2 ANTECEDENTES DE LA SEA Y LA ESTRATEGIA 7E	27
3. MARCO TEÓRICO	29
3.1 SOBRE LA CULTURA DEL DESARROLLO EN LA PERCEPCION DE DESARROLLO	31
3.2 INTERDISCIPLINARIEDAD EN LAS ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE	34
3.3 EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y PENSAMIENTO CRÍTICO	36
3.4 ENERGÍAS ALTERNATIVAS	41
3.4.1 Energía eólica	41
3.4.2 Energía geotérmica	42
3.4.3 Energía mareomotriz	42
3.4.4 Energía solar	43
3.5 SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE Y ESTRATÉGIA 7E	44
4. DESCRIPCIÓN, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	47

4.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	49
5. OBJETIVOS	50
5.1 OBJETIVO GENERAL	50
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	50
6. METODOLOGÍA	51
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
6.2 PARTICIPANTES	51
6.3 FASES DE PROCESO DE INVESTIGACIÓN	51
6.4 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	52
6.4.1 Prueba de relaciones consumo, costo y disponibilidad energética (CCD)	53
6.4.2 Escala de COCTS	54
6.4.3 Prueba de Halpern	54
6.4.4 Secuencia de Enseñanza Aprendizaje	54
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	55
7.1 INSTRUMENTO COCTS - PRE	55
7.2 INSTRUMENTO HALPERN - PRE	56
7.3 INSTRUMENTO RELACIONES CONSUMO – COSTO DISPONIBILIDAD ENERGÉTICA (CCD - PRE)	57
7.4 SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	59
7.4.1 Extraer y Envolver	59
7.4.2 Explorar	60
7.4.3 Explicar	61
7.4.4 Elaborar	61

7.4.5 Extender	62
7.5 INSTRUMENTO COCTS – POST	63
7.6 INSTRUMENTO HALPERN – POST	67
7.7 INSTRUMENTO RELACIONES CONSUMO – COSTO DISPONIBILIDAD ENERGÉTICA (CCD - POST)	69
8. CONCLUSIONES	76
9. RECOMENDACIONES	78
10. PROSPECTIVAS DE ESTA INVESTIGACIÓN	79
11. BIBLIOGRAFÍA	80
12. ANEXOS	83

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Experiencias en colegios internacionales	24
Tabla 2. Experiencias en instituciones nacionales	25
Tabla 3. Dimensiones, finalidades y características de las competencias	38
Tabla 4. Competencias EDS	39
Tabla 5. Criterios de evaluación de competencias EDS	40
Tabla 6. Fases de la estrategia 7E	45
Tabla 7. Desarrollo metodológico de la SEA	52
Tabla 8. Resultados COCTS – PRE	56
Tabla 9. Categorías de análisis relaciones consumo – costo – disponibilidad energética	58
Tabla 10. Resultados Prueba de Halpern pretest – postest	67
Tabla 11. Nivel de avance de PC en los estudiantes	69
Tabla 12. Observaciones de los estudiantes del ítem 1 CCD	70
Tabla 13. Observaciones de los estudiantes del ítem 2 CCD	72
Tabla 14. Observaciones de los estudiantes del ítem 3 CCD	73
Tabla 15. Observaciones de los estudiantes del ítem 4 CCD	74

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Energía Eólica	41
Figura 2. Energía Geotérmica	42
Figura 3. Energía Mareomotriz	42
Figura 4. Energía Solar	43
Figura 5. Estrategia 7E	44
Figura 6. Integración EDS, SEA y PC	46

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Consumo de energía en el Mundo	48
Gráfica 2. Resultados Prueba COCTS ítem 90111	64
Gráfica 3. Resultados Prueba COCTS ítem 90411	64
Gráfica 4. Resultados Prueba COCTS ítem 90521	65
Gráfica 5. Resultados Prueba COCTS ítem 90621	66
Gráfica 6. Resultados Prueba COCTS ítem 91121	66
Gráfica 7. Resultados Halpern	68
Gráfica 8. Resultados ítem 1 CCD	70
Gráfica 9. Resultados ítem 2 CCD	71
Gráfica 10. Resultados ítem 3 CCD	72
Gráfica 11. Resultados ítem 4 CCD	74

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RELACIONES CONSUMO, COSTO Y DISPONIBILIDAD ENERGÉTICA (CCD)	83
ANEXO 2. PRUEBA DE COCTS	86
ANEXO 3. TEST DE HALPERN (S21 A S25)	89
ANEXO 4. ACTIVIDADES DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE (SEA)	93

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación, consiste en identificar y fortalecer el pensamiento crítico en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Distrital Alberto Lleras Camargo, competencia reconocida en el marco de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). Para lograrlo, se aplican tres instrumentos en la modalidad (test – retest); dos de ellos validados por el proyecto EANCYT (COCTS y Halpern) y un instrumento de identificación de relaciones consumo, costo y procedencia de la energía donde se utilizó la técnica de validación por pares. Todo lo anterior enmarcado en la implementación de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA) basada en los principios de la estrategia 7E (Vázquez, 2013); con la que se pretende vincular la enseñanza de las ciencias junto con los principios tecnológicos propios de las energías alternativas, potenciar la mencionada habilidad y explorar la posibilidad del uso de energía fotovoltaica en la institución educativa.

En cuanto a las principales características de esta propuesta, cabe mencionar que se trata de un proceso de aplicación de una Secuencia didáctica de Enseñanza Aprendizaje (SEA), conformada por unos instrumentos de recolección de información y una serie de Actividades de Enseñanza Aprendizaje (AEA), cuya implementación se desarrolló durante el primer semestre del año 2019, con el respectivo análisis mixto de datos cualitativos y cuantitativos, durante el segundo semestre del mismo año. Es así como nos referimos a una investigación exploratoria mixta donde se pone a prueba las teorías indicadas en el modelo EDS.

## 1. JUSTIFICACIÓN

En la enseñanza de las ciencias es importante encontrar las herramientas pedagógicas suficientes para lograr la formación de personas que utilicen su capacidad de reflexión y análisis en las decisiones que toman en su cotidianidad. Generar en los estudiantes un pensamiento científico y crítico aplicable a su contexto, puede llegar hacer un enfoque que permita la formación de ciudadanos preparados para afrontar los riesgos y las demandas económicas, sociales y ambientales presentes y futuras. Por tanto, se hace necesario en la docencia de las ciencias, la formulación de propuestas didácticas que propicien los avances en educación necesarios para el desarrollo sostenible de las generaciones actuales y futuras.

Es por lo anterior que surge la necesidad de trabajar con los jóvenes que se encuentran cursando educación básica, ya que esto puede brindar la información y resultados necesarios para ofrecer una propuesta didáctica innovadora con las demandas que la enseñanza de las ciencias realiza en la actualidad.

El presente trabajo tiene como escenario el colegio IED Alberto Lleras Camargo, perteneciente al sector oficial de la localidad N°11 de Suba. Allí se hace evidente la necesidad de la implementación de propuestas educativas basadas en el desarrollo de competencias, que permitan la formación centrada en el desarrollo humano: la ciencia, la tecnología y la sociedad, como principios dirigidos al liderazgo y el pensamiento crítico.

En su proyecto educativo institucional PEI, se contempla que la formación de los estudiantes se debe planear, implementar y evaluar bajo el principio de la formación del desarrollo humano, apostándole desde el enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad CTS “Construimos Comunidad Educativa a través del Desarrollo Humano, la Ciencia y la Tecnología (PEI del Colegio).” Asimismo, en la visión institucional se proyecta la formación de sus estudiantes manteniendo procesos de calidad educativa, en la búsqueda constante de la excelencia, en el desarrollo humano, la ciencia y la tecnología. Adicionalmente en su misión se establece “formar personas con responsabilidad y liderazgo, críticas y propositivas, fortalecidas en competencias básicas y laborales que les permita desarrollar su proyecto de vida y responder a las exigencias del mundo de hoy” (PEI del Colegio, 2019).

En definitiva, es de interés para este trabajo establecer las estrategias pedagógicas y didácticas que estén en diálogo con las intenciones educativas ya mencionadas; para lograrlo, se ha planteado la construcción de una secuencia didáctica cuyo objetivo central es

el fortalecimiento de las competencias, enfocadas a “las exigencias del mundo de hoy” las cuales evidentemente se emanan de los compromisos educativos, en los que Colombia se ha vinculado como lo es la EDS. En líneas generales consiste, en la formación humana del ser bajo principios que activen la sostenibilidad de la sociedad, que utiliza para ello un enfoque de las competencias que se requieren fomentar en los estudiantes, incidiendo en sinergias que permiten el desarrollo endógeno del territorio. Lo anterior permitirá que los estudiantes de educación básica, sean beneficiados al mejorar su pensamiento crítico y su culturización ambiental sobre el uso de energía sostenible, pero sobre todo en la participación activa en el proceso inicial de promover la instalación y uso de energía fotovoltaica en el Colegio Alberto Lleras Camargo, ilustrando así, un proceso de formación que repercute en el desarrollo endógeno de tipo académico, humano y posiblemente de la red eléctrica de la institución educativa hacia la adopción de alternativas amigables con el ambiente.

## 2. ANTECEDENTES

El presente proyecto se basa en una investigación exploratoria mixta sobre cómo desarrollar el pensamiento crítico sustentado desde la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), para ello centra su temática en la enseñanza de las ciencias desde los modos de producción de energías alternativas, con miras a iniciar el diseño de un estudio de viabilidad para la implementación de energía fotovoltaica en la Institución Educativa Distrital Alberto Lleras Camargo de la Localidad de Suba. Para alcanzar dicho planteamiento, se ha revisado los casos que presenten instituciones oficiales y privadas que han logrado procesos donde se utilicen las energías alternativas organizadas en la tabla 1 y 2 que se presentan a continuación:

Tabla 1. Experiencias en colegios internacionales

Tipo de Documento	Descripción
<i>“Environmental and Curricular Aspects of an Alternative Energy program at Many Farms High School”</i>	Tesis de maestría desarrollada en las instituciones educativas ubicadas en granjas de Arizona donde se invita a una enseñanza que involucre a educación ambiental aplicada en la práctica. Se presenta un reconocimiento a la necesidad del conocimiento para realizar cambios en la implementación de combustibles fósiles a energías alternativas.
<i>“Star Energy Parthers; Star Energy Pathers Launches Green Energy Give Back Program For Ohio Schools”</i>	Consiste en un programa lanzado en el 2015 donde la empresa Star Energy incentiva a las instituciones educativas para que aplique proyectos enfocados en energía verde.
<i>“Renewable Energy promotion Policy for Elementary, Middle, and High School in Seoul”</i>	Presenta una política de promoción de energías renovables cuyo principio es el uso combinado de varias de ellas con el fin de mejorar su efectividad al ser aplicadas en instituciones educativas. Se presenta como en una escuela de Seul (Corea del sur) se implementa energía solar, geotérmica y acupresión en las puertas entre otras.
<i>“Innovations in Energy (A special Report) – The Enlightened Classroom: School districts are using solar power to cut their energy bills – and cope with budget cuts”</i>	Es un reporte de como la institución “Rosa Parks Elementary Schools” ahorra cerca de 45.000 dólares al año con la implementación de energía solar, cuyo impacto es que NO han necesitado despedir profesores para poder resistir las problemáticas que presenta su economía local.
<i>“Energy supply in a green school via a photovoltaic – termal powe system”</i>	Proceso de experimentación en Turquía para utilizar un sistema híbrido de energía solar y térmica con el fin de suministrar energía y calentar el agua. Allí buscaron utilizar el potencial energético presente en las temporadas de calor con el objetivo de proveerse en las demás temporadas del año. Como resultado, lograron

	abastecerse durante todo el año en su totalidad.
--	--

Fuente propia.

Tabla 2. Experiencias en instituciones nacionales

Tipo de Documento	Descripción
Institución Educativa Leticia (2015)	Es una institución ubicada en el corregimiento de Martinica en Córdoba, allí mediante el uso de energía solar logran abastecer a 120 estudiantes las 24 horas del día. Este proyecto tuvo un costo 86 millones de pesos para su implementación. Cabe mencionar la ayuda que proporciona en dejar de generar el equivalente a 400 kilos de dióxido de carbono, convirtiéndolo en el primer colegio de bachillerato del país en implementar exitosamente energía solar.
Colegio Distrital San Martín de Porres (2013)	Este colegio hace parte de la zona rural de Bogotá donde el ingeniero electrónico Luis Arturo Vera Barrios, implementa un proyecto de energías alternativas caracterizado por la fabricación de dispositivos para el uso exclusivo del colegio, como, por ejemplo: cocinas solares, paneles solares, turbinas eólicas y bici-generadores para la carga de baterías.
Instituto Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela (2017)	Colegio ubicado en la ciudad de Bucaramanga (departamento de Santander), donde los estudiantes de bachillerato que adicionalmente se forman como técnicos en electricidad y electrónica con énfasis en energías alternativas, han implementado la energía solar en todos sus salones, sustituyendo en su totalidad la energía provista por la red pública, siendo pioneros en este tema.

Fuente (Guerrero, 2017)

En la tabla 1 se presentan experiencias sobre el aprovechamiento de fuentes energías alternativas en países extranjeros, lo cual presentan resultados muy alentadores frente a como se puede generar procesos de desarrollo endógeno en las instituciones educativas y a su vez combatiendo las problemáticas locales como las siguientes: deficiencia del suministro energético, altos costos del servicio y la enseñanza de la ciencia y tecnología aplicada a la producción de energía sostenible (ver tabla 1).

En la tabla 2 se puede encontrar casos donde se ha realizado la aplicación de tecnologías sostenibles para la producción de energía. Por ejemplo, en Leticia le han dado principal importancia a la equivalencia en kilogramos de dióxido de carbono de la energía producida, en el IED San Martín de Porres, se trabaja en aspectos tecnológicos innovadores, así mismo en el Instituto Tecnológico Salesiano donde se han desconectado de la red pública por completo (ver tabla 2).

La revisión presenta los esfuerzos que las instituciones educativas vienen realizando, cuyos frutos son la evidencia de posibles metodologías aplicables en la enseñanza de la ciencia con miras al desarrollo de las competencias que los estudiantes del presente requieren; para afrontar los retos y cambios de la sociedad, ambiente y cultura tanto en el presente como en el futuro, considerándose como el pilar sobre el que se sostiene la propuesta de la EDS que se retoma en este proyecto, en armonía con el fortalecimiento del pensamiento crítico mediante la estrategia 7E.

## 2.1 ANTECEDENTES SOBRE PENSAMIENTO CRÍTICO

En Colombia la universidad Santo Tomás trabaja en proyectos de investigación donde se estudia el pensamiento crítico en niños; en una de sus categorías de enfoque, estudian los procesos argumentativos realizados por niños de 4º y 5º grado de educación básica primaria, siguiendo un diseño metodológico mixto. Para la intervención didáctica, el grupo de investigación diseñó diez actividades que fueron aplicadas a 2.200 niños de 56 instituciones educativas públicas; los análisis cualitativos y cuantitativos fueron realizados con 220 niños. En el estudio se evidencia como los estudiantes lograron transitar de utilizar estructuras argumentativas con el uso de descripciones simples de experiencias (Ericsson y Kintsch, 1995 en Alzate 2012) aplicando verbos relacionados con vivencias concretas (observé, toqué, sentí...), a estructuras argumentativas con mayor predominancia a la claridad de los datos y la conclusión sobre el contenido de la situación presentada, acompañada además por la identificación datos; lo cual puede incluir una o varias justificaciones que pueden ser evidencia importante para desarrollar habilidades o competencias argumentativas (Alzate, 2012).

El equipo de investigación en sus conclusiones y recomendaciones desde la didáctica de las ciencias, indica que la enseñanza debe orientar esfuerzos para que los estudiantes no solo aprehendan el fenómeno en su forma, sino, además, que le permitan referirse a él en el plano abstracto. Ante esta panorámica se requiere que el maestro esté orientado a que el estudiante identifique y diferencie con claridad los datos de las conclusiones, las justificaciones, los respaldos teóricos y los contraargumentos. Además, se necesita que tanto profesores y estudiantes dimensionen que la argumentación en ciencias es condición indispensable para alcanzar la comprensión profunda de lo estudiado, y se convierte en si en la actividad central del trabajo científico (Alzate, 2012).

Agregan también que la experiencia de los sujetos y sus aspectos ontológicos son determinantes para el desempeño argumentativo. Esto implica que la experiencia argumentativa, de discusión, de confrontación, en la que las personas participan a lo largo de su vida, conforma sus presaberes y la manera de argumentar que ponen en ejercicio los estudiantes en un momento determinado. Por tanto, es necesario conocer y regular las expresiones de afectividad cuando se está en un proceso de elaboración de argumentos ya que esto permite un mejor conocimiento de nuestra cognición y más específicamente, de los

procesos afectivos vinculados con en el aprendizaje en aspectos específicos del conocimiento (Alzate, 2012).

## 2.2 ANTECEDENTES DE LA SEA Y LA ESTRATEGIA 7E

La secuencia de enseñanza aprendizaje ha sido el logro del equipo de investigación EANCYT, quienes han logrado posicionar la estrategia de la 7E como una propuesta para el diseño didáctico de SEAs, que permita consolidar conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCYT). Adicionalmente han desarrollado el instrumento COCTS, validado para la obtención de información acerca de la opinión y razonamiento relacionado con la ciencia, tecnología y sociedad. A continuación, se presentan algunos avances sobre lo mencionado.

Durante IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, Manassero (2013) presentó una comunicación sobre los logros alcanzados por el proyecto de investigación EANCYT, que tiene por objetivo de mejorar la calidad y eficacia de la enseñanza de la NdCYT en países latinos. Este campo de investigación se basa en estudiar la formulación de secuencias de enseñanza aprendizaje, la investigación sobre NdCYT y las teorías del aprendizaje de la ciencia. Para esto, Manassero (2013) describe los hallazgos recopilados por los avances realizados por profesores y estudiantes en formación, utilizando la planificación de SEAs bajo la estructura didáctica 7E y la evaluación de la mejora, como instrumentos de investigación.

Como resultados Manassero (2013) presenta una unificación de los instrumentos de intervención didáctica y los cuestionarios de evaluación pre y post test, apoyados por la plataforma informática COCTS, aclarando de este modo que el esquema de las SEAs ha sido la estructura didáctica 7E. Concluyendo que el principal aporte ha sido la presentación de una metodología común para efectos del congreso, con instrumentos de evaluación estandarizados cuyas SEAs requieren aplicaciones sucesivas que generen aportes de los profesores aplicadores; para que los resultados y la tecnología didáctica trasciendan hacia la formación de redes de trabajo internacionales, que permitan realizar ejercicios comparativos entre diversos recursos didácticos e investigaciones.

Otra investigación fue la desarrollada por una docente de la universidad del Tolima – Colombia en conjunto con Ángel Vásquez de la universidad de las Islas Baleares – España, el cual consistió en afrontar el desarrollo de conocimiento didáctico del contenido (CDC), enmarcada en la investigación – acción, donde se reflexiona sobre su práctica pedagógica en un ejercicio de autoformación docente, utilizando una SEA basada en las 7E, como un instrumento integrador con el CDC (Vásquez, 2014).

Los resultados permitieron concluir que la aplicación de la SEA puede conducir al cuestionamiento de esta, como una fuente de conocimiento científico mediante la observación y la reflexión que generó un cambio didáctico y estimulador en el docente, en cuanto la formación de nuevos significados de su profesión se refiere; logrando un aprendizaje satisfactorio en sus estudiantes debido a la motivación en la toma de decisiones, argumentación, aprendizaje autónomo y autorreflexión. Así mismo Vásquez (2014) invita a que el docente que aplica una SEA, tenga presente diversos procesos de reflexión que involucren la apropiación curricular y la adaptación al contexto, con el único objetivo de que se desarrollen metodologías innovadoras para la enseñanza de la NdCYT en el aula.

Paralelamente Vásquez (2014) menciona también la representación de contenidos (Re-Co) y al repertorio de experiencia profesional y pedagógica (Rex-PyP) como instrumentos de auto mejora importantes para el desarrollo del CDC, ya que promueven la reflexión del docente sobre lo que se hace en el aula y las decisiones que toma, que a pesar de estar muy poco explorado puede llegar a ser un una línea de investigación – acción prometedora.

En el año 2015 se presentó la investigación del grupo EANCYT bajo el objetivo de mejorar la comprensión sobre la NdCyT de estudiantes y profesores, donde se recopiló los avances desarrollados por países latinos que aplicaron SEA en diferentes niveles educativos bajo la metodología de la 7E y que utilizaron el instrumento informático COCTS (Vásquez et al., 2015). En ella se logra ofrecer una metodología basada en el pre-post test, además de un instrumento estandarizado para la comparación de las formulaciones didácticas aplicadas en SEA, con miras al mejoramiento de la NdCyT. El estudio concluye que los estudiantes requieren desarrollar destrezas de pensamiento crítico (PC) con el fin de consolidar la comprensión de la NdCyT (Vásquez et al., 2015).

Otro aporte importante es el trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Ciencias Ambientales, de la licenciada Nancy Beltrán y realizado con estudiantes de cuarto grado de la Institución Educativa Departamental (IED) Bicentenario sede San Andrés de Funza Cundinamarca, donde se aplicó una SEA basada en las 7E, con el objetivo de modificar comportamiento y conductas frente al ambiente basada en la promoción de reglas proambientales (Beltrán, 2018).

En sus conclusiones Beltrán (2018) indicó que la SEA constituyó como una estrategia educativa que permitió el desarrollo para evaluar, seguir y fortalecer reglas proambientales, aplicables en su entorno escolar, con resultados positivos frente a cambios actitudinales y aplicación de reglas en favor del ambiente.

Los aportes mencionados motivaron en este trabajo de investigación la formulación y aplicación de una SEA basada en la estrategia de las 7E, debido al potencial que tiene como elemento integrador compatible con la educación para el desarrollo sostenible, factible de

propiciar el fortalecimiento del pensamiento crítico en estudiantes de grado octavo, con relación al consumo, disponibilidad, costo y producción de energía.

### 3. MARCO TEÓRICO

En educación, como generalmente sucede con todas las competencias, el pensamiento crítico presenta una generosa discusión en sus aspectos más básicos, desde la forma de definirla, sus elementos característicos y la manera en la que se puede evidenciar o evaluar, sin embargo, las diversidades de aportes han contribuido a darle un soporte conceptual suficientemente amplio para poder generar procesos de investigación con unos enfoques principales que han sido la base de los actuales trabajos.

Es importante mencionar que uno de los principales exponentes sobre pensamiento crítico es Robert Ennis, quien propone la construcción del pensamiento crítico desde "la evaluación correcta de las afirmaciones", en su obra titulada "A concept of critical thinking. Harvard Educational Review" presenta 12 características superpuestas para el pensador crítico, junto con las listas apropiadas de criterios. Adicionalmente realiza un análisis lógico de las 12 habilidades en 3 dimensiones: lógica, crítica y pragmática para finalizar sugiriendo posibles pasos de investigación para la evaluación y la enseñanza del pensamiento crítico (Ennis, 1962).

Posteriormente en su obra "A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities, 1987", Ennis presenta un modelo del proceso de pensamiento, mostrando las características y los objetivos de un currículo enfocado en la enseñanza de habilidades de pensamiento y caracterizando sus habilidades subyacentes; en su reflexión sobre la forma de incitar este tipo de pensamiento, concibe la idea de que pensar en un tema no puede ser entendida como una situación específica, y por lo tanto no es apropiado enseñarse dentro de una disciplina académica. Argumenta que los principios generales de pensamiento, son que unen las disciplinas. Sugiere que el trabajo docente puede aumentar la transferencia de estas habilidades; lo cual incluye ser más receptivo a las preguntas de los estudiantes, pidiéndoles a estos mismos que aclaren sus afirmaciones, que centren sus pensamientos e ideales y ayudándoles de esta manera a ser más conscientes acerca de sus procesos de pensamiento. No obstante Ennis acepta estos consejos como insuficientes, pero señala que aún no se ha realizado suficiente investigación sobre la cuestión de la transferencia (Ennis, 1987).

Posteriormente Ennis (1989) planteó que el pensamiento crítico como un pensamiento reflexivo y razonable que se centra en que la persona pueda decidir que creer o hacer, incluye un elemento muy importante en términos de la presente investigación que es la capacidad de tomar de decisiones a partir del análisis de información.

Otro de los autores importantes es Angel Jusino quien en su artículo "Teoría y pedagogía del pensamiento crítico" analiza sus fundamentos, elementos y estructura, identificando la importancia de darle un carácter interdisciplinario a su propuesta pedagógica (Jusino, 2003),

lo cual presenta afinidad con este proyecto de investigación toda vez que se pretenden vincula a la enseñanza de las ciencias la generación y uso de energía sostenibles. Adicionalmente en su trabajo Argumenta en torno a la posibilidad y conveniencia de aplicarlo a la práctica profesional, abordando las temáticas constitutivas, ordenación y niveles de este tipo de pensamiento. Así mismo como de los fundamentos interdisciplinarios y sus dimensiones. Se explican aspectos del aprendizaje auténtico y la mediatización educativa (Jusino, 2003).

Otra de las discusiones en torno al pensamiento crítico la ofrece Gabriela López, propone que la misión de la escuela no es enseñar al alumno una multitud de conocimientos que, ubicados en campos muy especializados, sino ante todo, aprender a aprender, procurar que el alumno logre adquirir autonomía intelectual. Propone paralelamente la posibilidad de alcanzarlo atendiendo al desarrollo de destrezas de orden superior en el estudiante como el pensamiento crítico, progreso que va más allá del entrenamiento de habilidades cognitivas; se distingue además, por las disposiciones que cada persona aporta a una tarea de pensamiento, elementos como la apertura mental, la tendencia a estar en lo correcto y la sensibilidad hacia las creencias, sentimientos y el conocimiento ajeno que influye en la manera en que ellos se enfrentan a los retos de la vida (López, 2012).

Posteriormente, se llega a una reflexión sobre la importancia de desarrollar el pensamiento crítico para la vida escolar y personal de los estudiantes. Partiendo del análisis de su conceptualización y las habilidades básicas que lo componen y se describen las características de un alumno que ha alcanzado el pensador crítico, así como algunos modelos y técnicas para su instrucción y evaluación. Finalmente, se revisan algunas dificultades de aplicación en los contextos escolares (López, 2012).

Sin duda un aporte importante en la declaración del consenso de los expertos en relación con el pensamiento crítico y el pensador crítico ideal (Asociación Filosófica Americana, Pensamiento Crítico 1990 en Facione, 2007) en la que se establece:

“Entendemos que el pensamiento crítico (PC) es el juicio auto regulado y con propósito que da como resultado interpretación, análisis, evaluación e inferencia, como también la explicación de las consideraciones de evidencia, conceptuales, metodológicas, criteriológicas o contextuales en las cuales se basa ese juicio. El PC es fundamental como instrumento de investigación. Además, constituye una fuerza liberadora en la educación y un recurso poderoso en la vida personal y cívica de cada uno. Si bien no es sinónimo de buen pensamiento, el PC es un fenómeno humano penetrante, que se permite auto rectificar. "El pensador crítico ideal es una persona que es habitualmente inquisitiva; bien informada; que confía en la razón; de mente abierta; flexible; justa cuando se trata de evaluar; honesta cuando confronta sus sesgos personales; prudente al emitir juicios; dispuesta a reconsiderar y si es necesario a retractarse claramente con respecto a los problemas o las situaciones que requieren la emisión de un juicio; ordenada cuando se enfrenta a situaciones complejas,

diligente en la búsqueda de información relevante, razonable en la selección de criterios enfocado en: preguntar, indagar, investigar. Asimismo, persistente en la búsqueda de resultados tan precisos como las circunstancias y el problema o la situación lo permitan. En síntesis, educar buenos pensadores críticos significa trabajar a favor de este ideal; es una combinación entre desarrollar habilidades de pensamiento crítico y nutrir aquellas disposiciones que consistentemente producen introspecciones útiles y que son la base de una sociedad racional y democrática”.

Se considera para efectos de esta investigación que el pensamiento crítico es una competencia dinamizadora que permite a los estudiantes reflexionar y analizar sobre las decisiones que toma en su cotidianidad y que lo llevan a la búsqueda de resolver los problemas que surgen y que tiene relación con sus costumbres de consumo, las concepciones sobre progreso y desarrollo que pueden permitir o ir en contra de la sostenibilidad de las generaciones actuales y futuras. A continuación, se presentan los elementos integradores que hacen parte del discurso implementado en la SEA.

### 3.1 SOBRE LA CULTURA DEL CONSUMO EN LA PERCEPCIÓN DE DESARROLLO

Uno de los elementos que se trabajan en la presente investigación son las relaciones entre consumo, disponibilidad y demanda energética, como un motivador para reflexión sobre como es el actuar y la toma de decisiones de las personas. Para esto importante analizar el hecho, y la realidad con que se vive en un mundo con altos niveles de contaminación en fuentes naturales como: (hídrica, aire, suelo, ruido, electromagnética, visual) que viene siendo generada por la esfera antropológica desde sus propios orígenes. Independientemente de la época histórica, la humanidad siempre ha generado un impacto ambiental sobre el medio circundante. De igual manera las ventajas comunicativas, la elaboración de herramientas, de manipular el fuego, es decir de alargar la vida a partir de acciones razonadas; ha hecho que la población humana se acreciente exponencialmente en términos demográficos y que su capacidad para transformar la materia y la energía a su conveniencia, haya cambiado las características físico – químicas del planeta a niveles muy altos (capacidad de carga y huella ambiental) (Giddens, 2000).

Igualmente la transformación de la materia y la energía generada por la humanidad, responde a los ideales de bienestar que se tengan, es por ello que bajo la figura de acumular bienes materiales como una estrategia de ser felices, de tener una vida plena, del dinero como recurso que permite alargar nuestras expectativas y calidad de vida, se ha hecho del modelo económico capitalista un estilo de vida imperante en el mundo (consumir y tener para ser feliz) lo cual en términos realistas es una ideología prácticamente imposible de cambiar al corto y al mediano plazo. Son necesarias muchas generaciones adecuadamente orientadas las que permitirían cambiar nuestra forma de interaccionar con el medio, esperando llegar a un entendimiento donde se llegue a la claridad de que estamos inmersos en el ambiente, más tenemos la habilidad de transformarlo, en contraste con el reino animal, vegetal, fungí, mónera o protista que se ve sometido al medio natural y por ende

está siendo partícipe de todos los ciclos naturales que le permiten entrar en equilibrio. “el hombre irracionalmente genera desequilibrio desde la manifestación racional de su ser” es como si la naturaleza de hombre, es decir, la razón de ser de la humanidad fuese el de ser un gestor activo del desequilibrio natural (Giddens, 2000).

Es por lo anterior que acercarse a una vida en equilibrio natural debe ser la ideología a la cual se deben orientar todo esfuerzo, entendido desde el largo plazo. Leff (2002) por su parte invita a repensar el concepto y los imaginarios que se tienen sobre desarrollo (Leff, 2002) debido a que globalmente el discurso que apoya esta palabra son los mismos ideales propiciados por los modelos consumistas, - es desarrollado el que tiene y subdesarrollado al que le falta – lo que ha generado una falsa idea de rico y el pobre (Escobar, 2007); no existen pobres, así como no existe el frío ya que este es simplemente una sensación causada por la ausencia de calor, por ende la palabra pobre es una simple percepción generada por la ausencia de materia y de energía. En el momento en que nuestros dirigentes dejen de pensar en el desarrollo como el aumento de los recursos y pasar al desarrollo como esa condición de equilibrio, que permita al hombre incrementar sus potencialidades y encontrar los medios para ser más feliz (Córdoba, 2007), será el momento donde empezaremos a ver los verdaderos cambios – tangibles – hacia el anhelado desarrollo sostenible.

Cabe mencionar, que existe la posibilidad de que el modelo económico capitalista no sea el problema para el desarrollo sostenible visto desde el concepto de equilibrio; pero lo que sí se puede afirmar es que la tasa de consumo y contaminación irracional si lo es. Por lo tanto no se debe atacar el modelo pero si transformar las ideologías, ya que una humanidad que piensa diferente, es capaz de tomar decisiones innovadoras. Educar en cultura ambiental, es la primera apuesta que todo gobierno debería liderar, de modo que la humanidad comprenda los daños que le hace a su entorno constantemente, a fin de construir estrategias que permitan reponer los daños causados al ecosistema, de acercarnos a mayores niveles de equilibrio natural los cuales deben ser compatibles con la felicidad y el bienestar humano (Neef, 1993).

Sin duda alguna el fenómeno del consumo generado por el capitalismo clásico ha sido un cambio cultural relevante a nivel mundial, este puede describirse como un modelo del consumo alimentado por la generación de necesidades que antes no se habían vislumbrado. ¿Quién necesitaba un celular en el siglo XIX?, es más sólo hace veinte años los celulares no tenían cabida en nuestras vidas y sin embargo el mundo caminaba a pasos agigantados hacia el crecimiento económico como eje que engranaba el desarrollo de una nación. Para pocos no deja de ser evidente que el mundo se halla bajo lo que se puede denominar como cultura del consumo, definido como una dependencia, algunos dirían necesidad o enfermedad, lo cierto es que manipula nuestra forma de pensar y de actuar bajo la premisa de tener más recursos. Pero, ¿Qué hizo que este fenómeno se difundiera tan rápidamente en todo el mundo? De acuerdo con Leff (2010) la globalización y los principios neoliberales difunden esa necesidad de crecimiento económico fundamentado desde el capitalismo, afirmando lo siguiente:

*“El principio de sustentabilidad emerge en el contexto de la globalización como la marca de un límite y el signo que reorienta el proceso civilizatorio de la humanidad” (Leff, 2010, p. 1).*

La marca de un límite, hace pensar que la esfera antropogénica se fundamenta en la necesidad propia, es decir, cuando se genera una crisis, es en ese preciso instante donde nos replanteamos nuestra manera de actuar. Se puede deducir entonces, que nuestros pensamientos, la idea que tenemos sobre necesidad, la racionalidad que nos conlleva a buscar los medios de saciarla, y nuestra cosmovisión acerca del rol que desempeñamos en el mundo, son algunas de las directrices dinamizadoras de los fenómenos de consumo actuales.

Cabe resaltar que la Producción y el consumo son los embajadores de las dinámicas actuales de crecimiento, que según Leff: “legítima una falsa idea de progreso de la civilización moderna”. Esto hace que surja el discurso de sostenibilidad como una apuesta a reconocer la importancia de la esfera natural como una fuente de recursos agotables, que, de no controlar su extracción, hará que las prácticas actuales desencadenen una crisis económica a escala global, con todas las consecuencias que a nivel social y político se puedan generar. Como estrategia de los países mal llamados “desarrollados” han creado la falsa imagen donde el desarrollo económico depende de la extracción de los recursos naturales; situación en la que han caído los países tercermundistas o también llamados “subdesarrollados” los cuales aceptan el sacrificio de destruir el medio físico y las culturas dependientes a él, con miras a obtener modos de vida semejantes a las de los pueblos ricos (Furtado, 1975 en Gudynas, 2011).

Se llega entonces a una disyuntiva, y es la necesidad de extraer los recursos naturales con miras a saciar los modelos de producción y consumo. En contraposición con el surgente concepto de sostenibilidad basado en conservar los recursos, las culturas y todo aquello que es vulnerable de ser agotado o destruido por el capitalismo.

Apoyado en lo anterior, se hace evidente generar espacios que permitan a las personas redireccionar el rumbo que quieren transitar, cuál es su ideal de desarrollo y cómo llegar a él. Estos espacios no pueden ser concebidos exclusivamente desde una jerarquización de arriba hacia abajo, sino que la fortaleza del mismo radica en la construcción desde lo local (el barrio, el municipio).

Si el desarrollo es equilibrio, es bienestar, es felicidad, es a escala humana (Neef, 1993); está definido por las percepciones que cada sujeto tenga sobre esas cualidades del desarrollo. De manera que no existe ni se debe pretender tener una única definición, ya que ello solamente estaría basada en un supuesto donde la humanidad es homogénea. Es importante resaltar que el concepto de desarrollo es único para cada persona y ninguno de ellos puede ser igual al del otro, por lo tanto, se requieren espacios de concertación donde se concilien cada uno de nuestros ideales con el fin de construir un estilo de vida más equilibrado, pero sobre todo amigable con el ambiente.

### 3.2 ENFOQUE INTERDISCIPLINAR Y EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La educación para el desarrollo sostenible es el eje pedagógico sobre el cual está establecida esta investigación y hace parte del discurso que se promovió en las sesiones trabajadas en la secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA), para ello se quiere en este apartado mostrar la importancia del aporte interdisciplinar en la enseñanza de las ciencias y como esta impacta en el desarrollo sostenible.

La problemática central que se deriva cuando se pretende realizar proyectos, planes o iniciativas enfocadas al desarrollo sostenible, está fundamentada en que se desconoce un concepto o una verdadera aproximación a lo que realmente se pretende alcanzar; cuando se utiliza esta expresión. Es más, se puede caer en la utopía al momento de tratar limitarla y apoyarla desde los aportes de que brindan una visión holística o sistémica del desarrollo (Leff, 1998). Quizás lo anterior es la señal que nos permite deducir, que es mejor entender sobre la complejidad y ambigüedad del concepto invitándonos a trabajarlo desde diversos enfoques, es decir, cooperar en la construcción de un modelo cada vez más próximo a lo que se podría considerar el concepto de desarrollo sostenible desde una visión interdisciplinaria.

Una propuesta metodológica fundada desde el trabajo interdisciplinario de la ciencias, tecnología y sociedad que permite abordar lo que realmente se pretende desarrollar y cómo lograr esa aproximación a la sostenibilidad involucrando la diversidad de enfoques y el aporte a partir de la riqueza multidisciplinaria de conocimientos. En ese orden de ideas uno de los aportes mencionados se puede abordar desde la importancia del conocimiento en relación a la transformación de la materia y los cambios energéticos en un sistema, situación estudiada por las ciencias fácticas tales como la química y la física especialmente, ya que ellas nos abren las puertas para repensar el mundo desde conceptos más globales que no desmeritan la complejidad que el sistema mundo ofrece.

Por otro lado, en el momento en que la humanidad empezó a reflexionar acerca del impacto que ejerce sobre el mundo y que además sólo dispone de un planeta (la huella ambiental), fue el momento donde, la sustentabilidad toma valor y fuerza (Giddens, 2000). Entonces un intento por replantear su lugar y función en este mundo se hace posible desde la revisión de su origen; que viene desde del universo mismo. Para construir un universo por así llamarlo, se requiere de por lo menos tres aspectos: 1. Espacio – tiempo, 2. Materia y 3. Energía (Hawking, 1988), situación que nos permite entender que la materia y la energía tuvieron un origen (bing – bang) pero no tiene un fin, es decir no se puede desaparecer a la materia o a la energía que universalmente existe, algo explicado desde el principio de conservación de la materia y la energía.

Así mismo el sistema solar se genera desde un cúmulo de gas (hidrógeno) que por su propia gravedad colapsa en una situación que llevó a la generación de los elementos químicos conocidos, por ende, el material del cual estamos conformados nace hace 4600 millones de años con la creación misma del sistema solar (lo cual nos hace un poco más viejos de lo que realmente pensamos) (Woolfson, 2000). La cantidad de materia que hay en el mundo conocido no ha cambiado significativamente desde entonces, es más gracias a que en nuestra atmósfera han ingresado cuerpos celestes podríamos afirmar que el mundo cada vez aumenta un poco más su masa y su diversidad de elementos químicos presentes. Lo anterior lleva a debatir: ¿estará debidamente fundada la idea de que los recursos naturales son escasos?, desde un pensamiento pragmático y global se puede pensar que no lo son, el carbono del cual estamos hechos es el mismo, elementos como: el hierro, cobre, zinc, aluminio y demás metales tan necesarios en la industria siguen en el planeta tierra, no han salido de él, en síntesis, la cantidad es la misma. El problema se centra en la disponibilidad de los elementos al corto, mediano y largo plazo, a la fecha es muy complicado recuperar algunos materiales, por ejemplo, el aluminio de una caja tetra pack o el litio de una batería usada, debido a cuestiones de costo, tiempo, energía necesaria y a la contaminación que se pueda derivar (Berenguer, 2006).

Por otro lado, como lo plantea Cunningham (2003) parte la humanidad vive en un mundo dependiente de la energía, la cual paradójicamente también es escasa y costosa. Algo difícil de comprender debido a que existe una estrella (el sol) el cual en un día irradia la energía suficiente para suplir las necesidades energéticas de un año. Por ende, no es apropiado referirse a que se vive en un mundo con recursos naturales y energéticos limitados, el pensamiento debe ser conducido a que lo escaso son los conocimientos científicos y tecnológicos que permita manipular la materia y la energía a un nivel donde el concepto de residuo desaparezca de la mente. Ante esta situación se necesitan nuevas e innovadoras técnicas de separación de mezclas (homogéneas y heterogéneas) que no generen impactos ambientales, lo cual en teoría es posible.

Es ahí donde según la química tiene una deuda y una responsabilidad grandísima con el mundo (Morales, 2006), ya que esta ciencia debe brindar los soportes teóricos para el aprovechamiento y reciclaje de todos los elementos encontrados al punto de que se cambie la cosmovisión actual de que los recursos son escasos, que es uno de los pilares del capitalismo con todos los problemas económicos y sociales implicados por ese modelo. Pensar en el reciclaje, la reutilización cíclica de los recursos naturales y de la energía, es en sí misma el enfoque y la apuesta que la química le aportaría al desarrollo sostenible.

Por otra parte, encontramos la labor que cumple la docencia de las ciencias para este caso la Licenciatura en Química, en la transformación de las ideas relacionadas con la falta de recursos naturales ya que lo que necesitamos son técnicas y tecnologías que apunten a la reutilización y recirculación de los materiales teniendo absoluta precaución de no llegar a inducir a la explotación de los recursos de manera indiscriminada ya que esa no es la intencionalidad de este aporte. Se requiere conocer qué implicaciones tiene extraer un material y ponerlo en otro lugar, antes de hacerlo (Morales, 2006).

Un ejemplo más claro es el uso de los hidrocarburos fósiles, ya que se está extrayendo materia y energía solar acumulada en el interior del planeta hace millones de años y poniéndola en nuestra biosfera y atmósfera en sólo un par de siglos, esos son los cambios que no debe apoyar la ciencia ya que ese material fósil acumulado hace parte del balance de materia y energía global que al momento de sacarlo de su punto de origen genera un desbalance evidente e inmediato; teniendo como consecuencias el efecto invernadero y el cambio climático, es decir que una descompensación en el lugar donde se halla un material desencadena un cambio energético, el cual conlleva a otra consecuencia (Cunningham, 2003).

Según Morales (2006) no se puede redistribuir la materia y la energía encontrada en el planeta sin conocer las implicaciones que ello conlleva en la salud ambiental del mismo. Por ende, la química tiene la responsabilidad de darle respuestas al mundo sobre cómo utilizar los materiales y los recursos energéticos existentes sin que ello afecte el medio natural y la licenciatura tiene la enorme tarea de generar la transformación en el pensamiento y en las culturas actuales de consumo, enfocada o direccionada en descubrir nuevas estrategias de acción ante el medio circundante donde se aprovechen al máximo los recursos.

De igual manera, la enseñanza de las ciencias en general debe orientarse a eso, ya que para el mundo no representa ninguna utilidad personas con altos conocimientos teóricos sobre la interacción y la transformación de la materia y la energía cuando estos no son aplicados en acciones que demuestren que los recursos y la energía no son escasos más el conocimiento, la cultura hacia el cuidado ambiental, las técnicas y las tecnologías si lo son (Morales, 2006).

### 3.3 EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE – PENSAMIENTO CRÍTICO

Para Murga (2015) los cambios culturales necesarios para que las actuales y próximas generaciones incidan racionalmente sobre el desarrollo del mundo futuro, parte de la base de enseñar desde la capacidad de la toma de decisiones, pensadas como ejercicios reflexivos y analíticos que permitan hacer selección sobre algo que se afronta, desde la construcción de juicios de valor.

“la cuestión que cabe plantear es cómo hacer para que la educación, toda educación, sea o no adjetivada, permita formar a la ciudadanía en las capacidades y competencias necesarias para un desarrollo sostenible” (Murga, 2015, p. 56).

Es una tarea de todos los actores que conducen a la formación de las generaciones actuales y futuras, apropiarse de lo que significa la educación para el desarrollo sostenible, ya que todo proceso de enseñanza – aprendizaje permea al estudiante sobre las decisiones que toma. Es fundamental acotar que dichos procesos no se dan solo en las aulas, ya que los

medios de comunicación y el contexto donde crecen los estudiantes, generan una alta incidencia, construyendo su propia escala de valor de lo que consideran realmente importante para sus vidas (Murga, 2015).

Para lograrlo, la UNESCO ha establecido cuatro enfoques que se deben vincular a los procesos formativos (UNESCO, 2014f, p. 13): utilizando el término prisma para identificarlos. El primero se denomina **integrador**, que consiste en atribuirle a la educación la perspectiva holística, que contemple interrelaciones dinámicas entre los aspectos económicos, ecológicos, socioculturales que considere las circunstancias del espacio (local, nacional y mundial) y tiempo (pasado, presente y futuro) en las que se desarrollan los procesos formativos (Murga, 2015).

El segundo prisma, **contextual**; Indica que la educación debe fundamentarse desde los aspectos culturales y locales donde se imparte con el fin de lograr fomentar el desarrollo endógeno de las comunidades, partiendo de la identificación de las problemáticas subyacentes y la evaluación de posibles alternativas de solución en miras de lograr la sostenibilidad de su territorio (Murga, 2015).

Así mismo, el tercer enfoque concibe al pensamiento **crítico** como aquel que integra lo empírico y lo ético mediante el establecimiento de cuestionamiento de cara al paradigma dominante de los modelos de producción – consumo y como esto afecta en la forma de vivir de las personas. Para (Murga, 2015, p. 64), *“Un tercer enfoque, denominado crítico, obedece a un tipo de pensamiento que, bien a partir de las evidencias empíricas bien por estar inspirado en una ética de la equidad, o ambos factores, cuestiona el paradigma dominante, su modelo de producción-consumo y los estilos de vida asociados, de los cuales están excluidas grandes multitudes. Este enfoque precisa competencias para la toma de conciencia; competencias intelectuales y competencias éticas”*; que desde el presente trabajo se pretenden desarrollar a partir de una secuencia didáctica integrada por actividades de enseñanza aprendizaje, cuyo tema central es el modelo actual de producción – consumo de energía, en donde se trabajan los conceptos científicos y técnicos de la producción con enfoque crítico, que genere en el estudiante cuestionamientos éticos y científicos sobre la forma predominante de producción y consumo de energía.

Igualmente el desarrollo del pensamiento crítico debe conducir al interés por el hacer, por participar de forma activa, comprometida e incidente en el desarrollo endógeno su contexto local inmediato principio básico del cuarto prisma denominado **transformativo**, allí su insumo es la toma de conciencia adquirida en los prismas anteriores para la generación de cambio hacia un modo de vida sostenible, que incluye lo social, económico y ecológico aplicando la ética del cuidado y de la justicia, basado en pilares de inteligencia emocional y razonamiento humanitario, expresadas mediante responsabilidad ecológica y social, solidaridad intra e intergeneracional y la compasión crítica (Murga, 2015).

Cabe mencionar que los enfoques expuestos deben ser aplicados en el desarrollo de los procesos de enseñanza – aprendizaje mediante un vehículo pedagógico conocido como competencias educativas, término cuya definición ha causado controversia en el mundo

académico, mediante un consenso que ha permitido establecer unas dimensiones, finalidades y características para poder ser aplicadas en el quehacer educativo, las cuales Murga (2015) expone utilizando las dimensiones saber, hacer y ser desarrolladas en la tabla 3:

Tabla 3. Dimensiones, finalidades y características de las competencias en la EDS.

Dimensiones	Finalidad de Desempeño	Características
Saber (conocimiento teórico de un campo académico, la capacidad de conocer y de comprender)	Para resolver problemas	Fruto de la interacción (valor, conocimiento, destreza, actitud, etc.) (Efecto sinérgico)
Saber hacer (aplicación práctica y operativa del conocimiento y los valores a ciertas situaciones)	Para mejorar u optimizar una situación	Contextualizadas (versatilidad y adaptabilidad)
Saber ser (los valores como parte integradora de la forma como se percibe los otros y vivir en un contexto social)	Para evitar o prevenir una evolución negativa	Base psico – cultural

Fuente: Tomada y adaptada de Murga (2015), pág. 67

Surge entonces el interrogante de cuáles son las competencias necesarias en los procesos de enseñanza – aprendizaje, que fomenten la educación para el desarrollo sostenible basados en los cuatro pilares (prismas) ya descritos. Paralelamente Murga (2015) afirma que para lograr una educación integradora, contextual, crítica y transformativa, se requieren competencias denominadas “Análisis Crítico”, “Reflexión Sistémica”, “Toma de decisiones colaborativa y Sentido de responsabilidad” hacia las generaciones presentes y futuras (ver tabla 4), que responden a las orientaciones de la UNESCO y a su pensamiento pedagógico; con una característica fundamental cuya premisa radica en que cada una de ellas forma en los cuatro prismas desde enfoques diferentes, tal como se presenta a continuación:

Tabla 4. Competencias EDS

Competencia	Componentes	Intencionalidad
Análisis Crítico	Pensamiento crítico Compromiso ético Compromiso intelectual	comprender que el conocimiento es incompleto y está teñido de subjetividad comprender que todo sistema (conceptual, socioeconómico, etc.) presenta disfunciones que pueden ser identificadas y corregidas Reconocer las disfunciones sociales y económicas que se oponen al desarrollo sostenible Proponer alternativas de mejora
Reflexión Sistémica	Pensamiento relacional Pensamiento holístico Sentimiento de pertenencia a la comunidad de vida	Comprender la realidad, física y social, como un sistema dinámico de factores interrelacionados, a nivel global y local Comprender las interrelaciones entre valores, actitudes, usos y costumbres sociales, estilos de vida Profundizar en las causas de los fenómenos, hechos y problemas Comprender al ser humano como un ser ecodependiente
Toma de decisiones colaborativa	Habilidades argumentativas Habilidades participativas Compromiso democrático y con los derechos humanos universales	Poner en juego habilidades de trabajo colaborativo en grupos diversos. Reconocer el derecho de las personas a participar en todas las cuestiones que les afectan y en los procesos de desarrollo sostenible (procesos endógenos)
Sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras	Compromiso ético Compromiso social Pensamiento anticipatorio Pensamiento sincrónico y diacrónico Responsabilidad universal, sincrónica, diacrónica y diferenciada Compasión	Comprender los efectos que, a medio y largo plazo, tienen los comportamientos individuales sobre los usos y costumbres sociales, y, a través de ellos, sobre colectivos humanos de la propia comunidad y de otras. Comprender las consecuencias de los comportamientos individuales y colectivos sobre las condiciones biológicas necesarias para la vida, presente y futura. Cuidar las relaciones intra e intergeneracionales, con criterios de equidad y justicia. Contribuir al cambio por la sostenibilidad, adoptando alternativas posibles a los estilos de vida injustos e insostenibles hoy consolidados

Fuente: Tomada y adaptada de Murga (2015), pág. 69

Para efectos del presente trabajo se contempló al pensamiento crítico como un componente del análisis crítico susceptible de ser desarrollado y evaluado como una competencia que promueve los cuatro prismas descritos por la UNESCO y que fomentan la EDS, la cual puede evaluarse como se indica en la tabla 5:



Tabla 5. Criterios de evaluación de competencias EDS

Capacidad para	Indicadores y niveles de desempeño (resultados de aprendizaje de los estudiantes)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
Comprender que todo paradigma, enfoque o punto de vista está sujeto a coordenadas temporales, culturales, económicas, etarias, emocionales, etc.	Identifica posibles fortalezas y debilidades de una situación, argumento, tesis, etc.	Verifica el rigor de la información recibida contrastando fuentes de reconocida solvencia.	Emite juicios basados en evidencias y argumentaciones propias.
Comprender que el conocimiento es incompleto y está teñido de Subjetividad.	Utiliza fuentes de reconocida solvencia para obtener información.	Valora con argumentos las fortalezas y debilidades de las tesis y comportamientos ajenos.	Identifica las implicaciones éticas de los problemas y las tiene en cuenta en sus argumentaciones.
Comprender que todo sistema (conceptual, socioeconómico, etc.) presenta disfunciones que pueden ser identificadas y corregidas.	Formula preguntas sobre las causas de los problemas y cómo resolverlos.  Enumera los hipotéticos prejuicios, estereotipos, tendencias y distorsiones que pudieran subyacer a una suposición.	Clarifica los motivos no explícitos de los comportamientos y posiciones propias (valores, afectos, intereses, etc.)	Identifica intereses individuales o grupales incompatibles con el bienestar colectivo, presente y futuro  Propone alternativas de mejora y actúa en consecuencia.

Fuente: Tomada y adaptada de Murga (2015), pág. 74

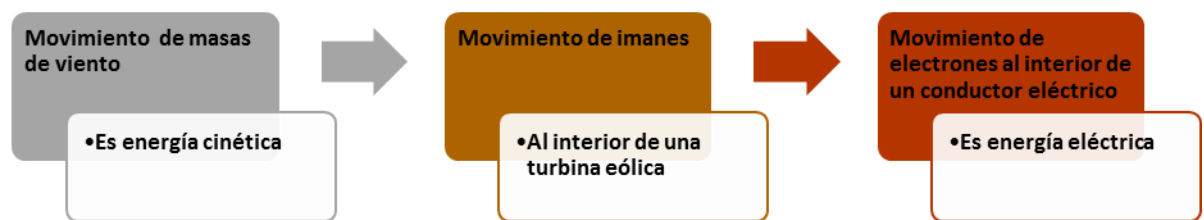
La Secuencia de Enseñanza Aprendizaje SEA aplicada en este proyecto de investigación permite fortalecer competencias de la EDS descritas en la tabla 4, con mayor énfasis en el componente del pensamiento crítico, la cual aporta al mejoramiento del análisis crítico. Así mismo se potencializa la reflexión sistémica y la capacidad de toma de decisiones en el desarrollo de las Actividades de Enseñanza Aprendizaje AEA del presente trabajo, las cuales se pueden analizar desde los parámetros que ofrece Murga en la tabla 5, que para efectos de interés se aspira obtener las suficientes evidencias para argumentar la adquisición de uno o varios niveles de desempeño (ver tabla 5).

### 3.4 ENERGÍAS ALTERNATIVAS

A continuación, se presentan algunos de los principios básicos para el aprovechamiento de la energía provista por el sol, masas de viento, calor de la tierra y el movimiento de masas de agua de las mareas, entre ellas se menciona la eólica, geotérmica, mareomotriz y solar:

3.4.1 Energía eólica. Se fundamenta en aprovechar la energía cinética provista por el movimiento de masas de aire que, mediante el movimiento de imanes encontrados al interior de una turbina, generan una corriente eléctrica (Fernández, 1993 p.130). En la figura 1 se presenta un modelo de la transformación de la energía del viento en electricidad:

Figura 1. Energía Eólica

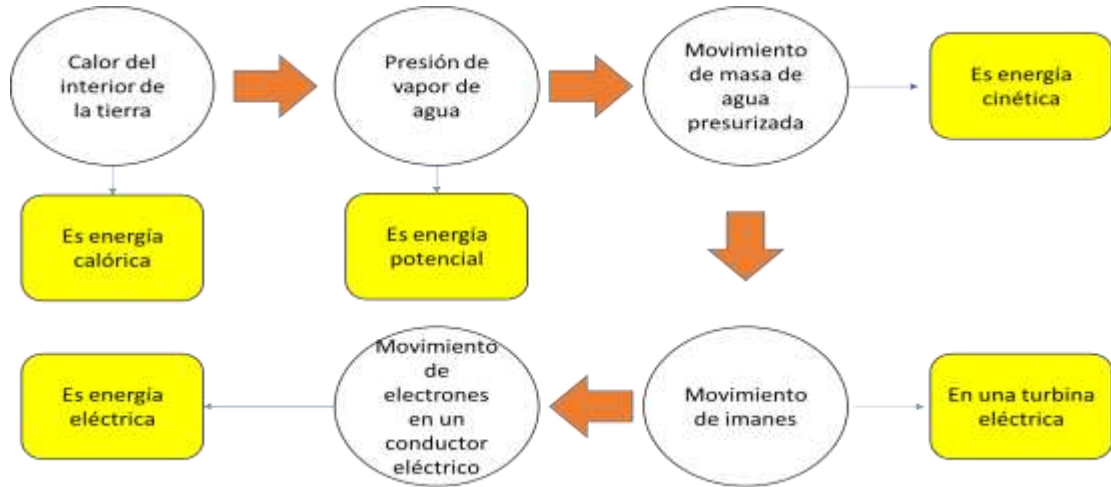


Elaboración propia.

### 3.4.2 Energía geotérmica

En principio se define como el uso de la energía calórica hallada al interior de las capas de la tierra con el fin de evaporar y presurizar agua, la cual tenga la fuerza suficiente para mover una turbina que por efecto electromagnético produce una corriente eléctrica (Le Bert, 2011 p.7). En la figura 2 se presenta un modelo de la transformación de la energía del calor de la tierra en electricidad:

Figura 2. Energía Geotérmica

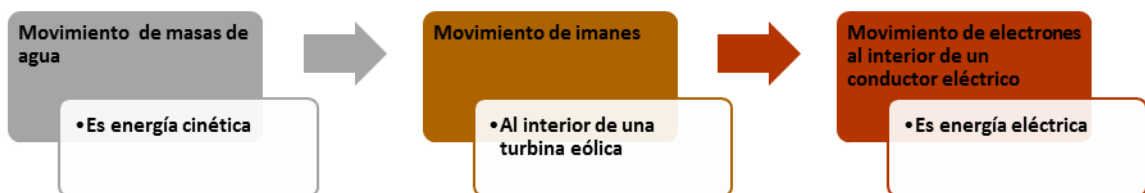


Elaboración propia.

### 3.4.3 Energía mareomotriz

Funciona semejante a la energía provista por el viento solo que la energía en este caso la suministra el movimiento del agua que de igual manera mueve una turbina que finaliza con la producción de energía eléctrica. (Quintero-González, J. R., & Quintero-González, L. E., 2016 p.40). En la figura 3 se presenta un modelo de la transformación de la energía provista por las mareas en electricidad:

Figura 3. Energía Mareomotriz

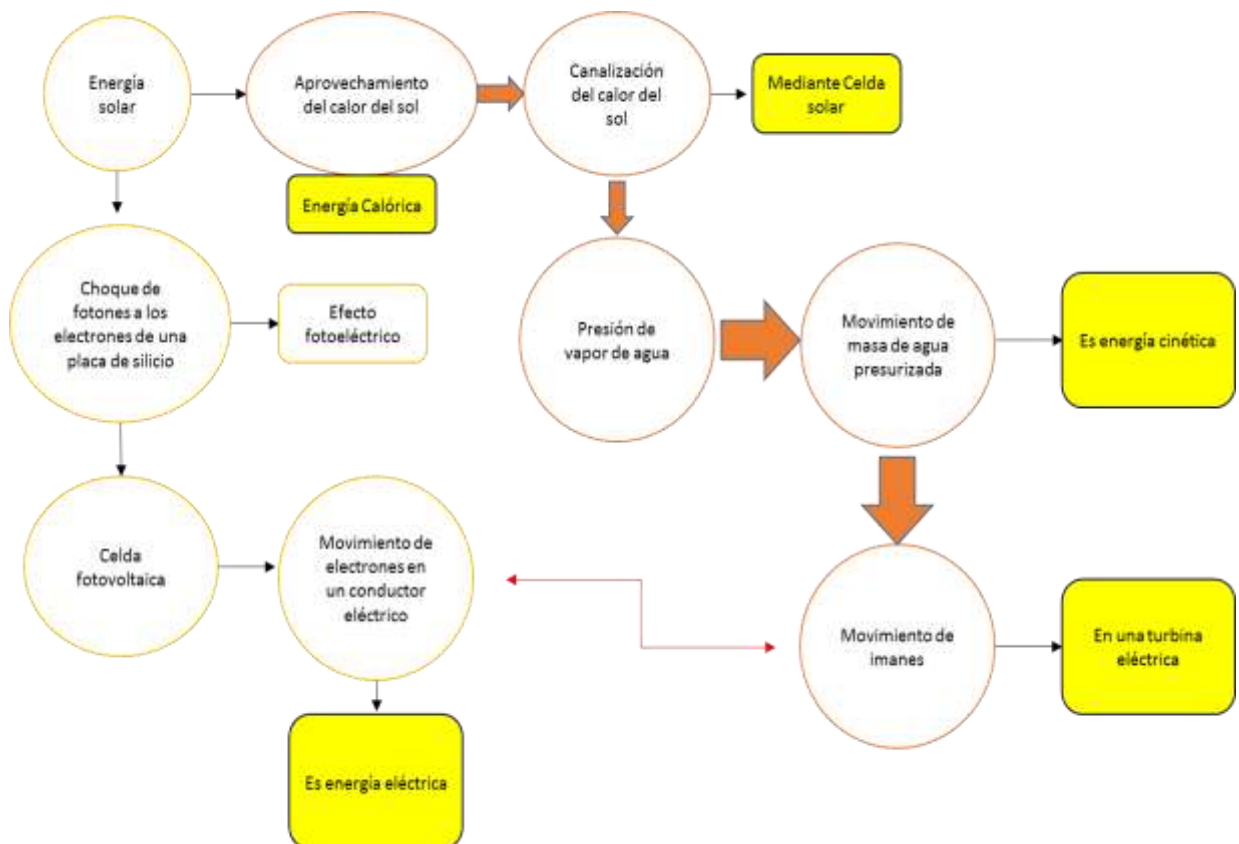


Elaboración propia

### 3.4.4 Energía solar

Existen dos principales métodos para el aprovechamiento de la energía solar. La primera utiliza el principio del efecto fotoeléctrico descubierto por Einstein por el cual obtuvo el premio Nobel en 1921, donde gracias al comportamiento corpuscular de la luz, materia en forma de fotones viajan desde el sol a través del espacio hasta la tierra, estas partículas al golpear una placa de un semiconductor como el Silicio, chocan contra los electrones de dicho elemento induciendo el arrastre de electrones al interior de la celda, que induce una corriente eléctrica (Murcia, 2008 p. 84). El otro método utiliza la energía calórica provista por el sol utilizando unos paneles que direccionan los rayos luminosos hacia un punto metálico que se calienta para evaporar agua que por presión moviliza una turbina que conduce a la formación de electricidad (Espejo, 2010 p. 66). En la figura 4 se presenta un modelo de la transformación de la energía solar en electricidad:

Figura 4. Energía Solar



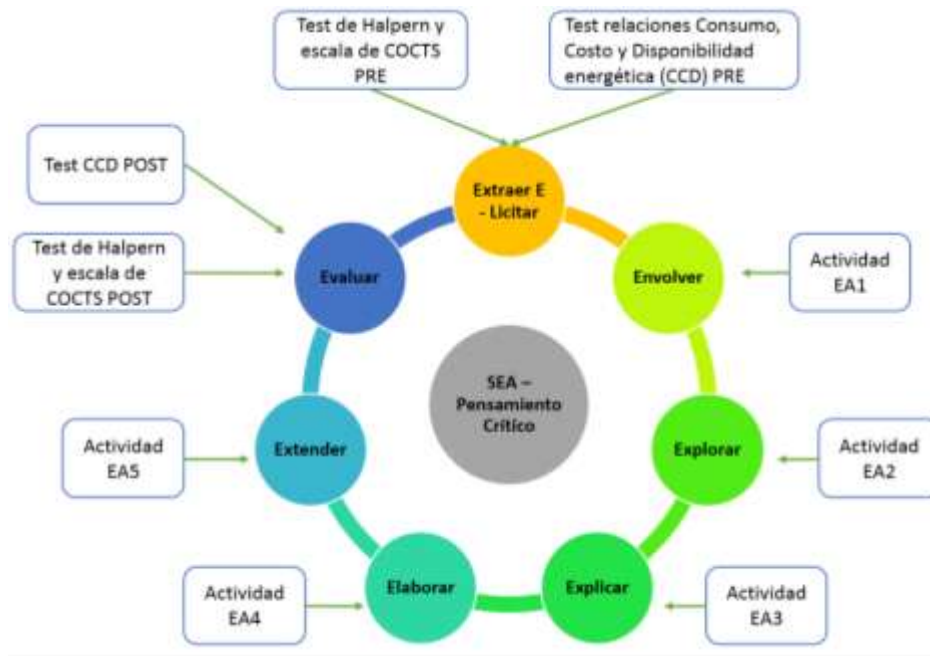
Elaboración propia.

El reconocimiento de estas formas de energía aportan al trabajo en la medida en que permiten vincularlas en el desarrollo de la secuencia de enseñanza – aprendizaje (SEA) como una oportunidad para presentar a los estudiantes principios científicos y tecnológicos los cuales están al alcance de ellos de forma tal que se vean motivados a explorarlas y a contemplarlas como fuentes de energía aprovechables para su cotidianidad inmediata o para sus actividades futuras, se pretende con esto brindar espacios para la reflexión sobre cómo se pueden aprovechar los recursos que el medio ofrece de forma autónoma a fin de promover el desarrollo endógeno de la población presente y futura.

### 3.5 SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE Y ESTRATÉGIA 7E

Una Secuencia de Enseñanza – Aprendizaje (SEA) es un diseño didáctico gestado desde la planeación concebida en una base o principio pedagógico (Vazquez, Manassanero y Bennassar, 2013). En la presente propuesta se pretende desarrollar pensamiento crítico desde los principios encontrados en la educación para el desarrollo sostenible por tanto esta secuencia debe orientarse desde el enfoque de los cuatro prismas mencionados pero puesta en escena bajo una estrategia de implementación que es la denominada **Estrategia de las 7E**, (Vazquez, Manassanero y Bennassar, 2013), en ella se parte desde el descubrimiento de las ideas previas, pasando a la motivación, construcción de los conceptos, la aplicación de los conocimientos alcanzados y finalmente la evaluación del proceso.

Figura 5. Estrategia 7E



Fuente. Tomado y Adaptado de Vázquez, Manassanero y Bennassar 2013, pág. 15

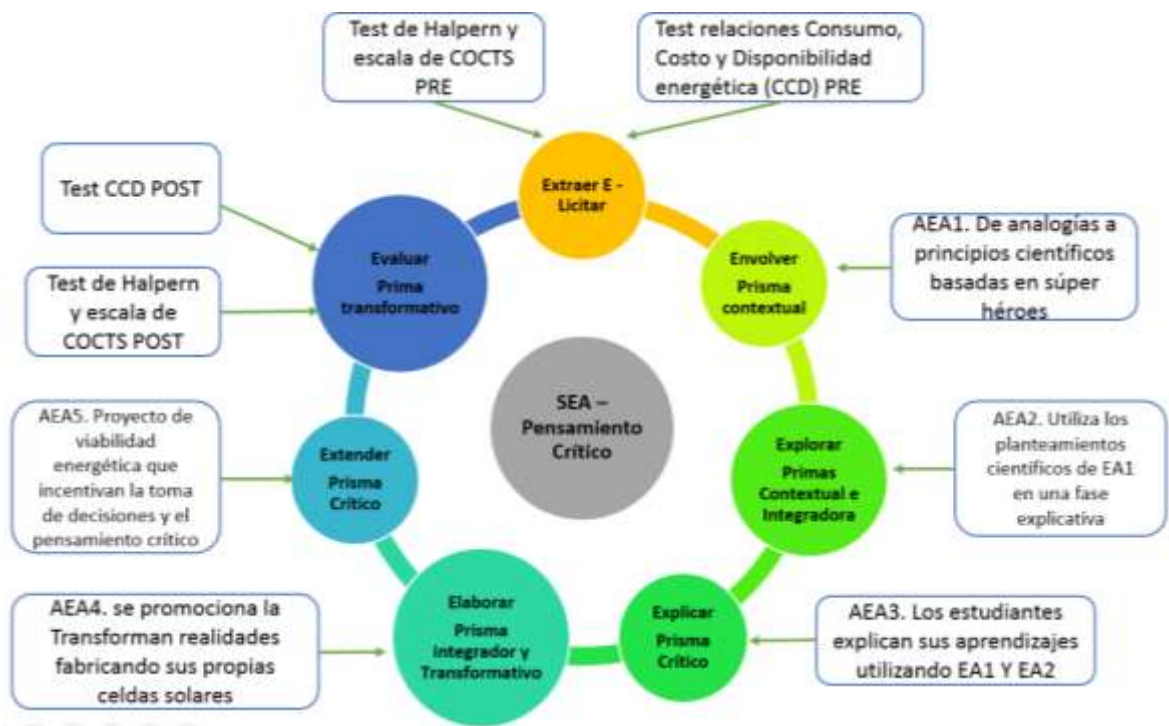
Esta secuencia vincula los cuatro prismas de la EDS con la promoción del pensamiento crítico, la cual está provista de una serie de actividades de enseñanza aprendizaje EA que fomentan el cumplimiento de cada una de las siete fases de la estrategia 7E impulsada por (Vazquez, Manassanero y Bennassar, 2013) y que se presenta en la figura 5. Así mismo en la tabla 6, se presenta una descripción de los objetivos principales de cada una de las estrategias de las 7E y posteriormente un esquema que integra estos tres momentos (ver figura 6).

Tabla 6. Fases de las estrategia 7E

<b>Fase 7E</b>	<b>Descripción</b>
<b>Extraer</b>	Hacer emerger las concepciones previas de los estudiantes, para diagnosticar sus necesidades educativas.
<b>Envolver</b>	Motivar e involucrar a los estudiantes, despertar su interés y curiosidad, teniendo en cuenta también su diversidad.
<b>Explorar</b>	Progresar en la comprensión de conocimientos
<b>Explicar</b>	Usar conceptos, terminología, hechos, leyes, etc. Para interpretar y reforzar los resultados de la fase de exploración.
<b>Elaborar</b>	Transferir y aplicar el aprendizaje a nuevos dominios del entorno próximo, proponer preguntas o resolver problemas nuevos.
<b>Extender</b>	Transferir y aplicar los conocimientos a nuevos dominios, cuestiones y más lejanos de los estudiantes (creatividad).
<b>Evaluar</b>	Aplicar métodos e instrumentos de evaluación formativa a todos los aspectos relevantes del aprendizaje.

Fuente. Tomado y adaptado de Vazquez, Manassanero y Bennassar, (2013), pág. 15

Figura 6. Integración EDS, SEA y PC



Fuente. Tomado y Adaptado de Vázquez, Manassanero y Bennassar, 2013 y Murga, 2015.

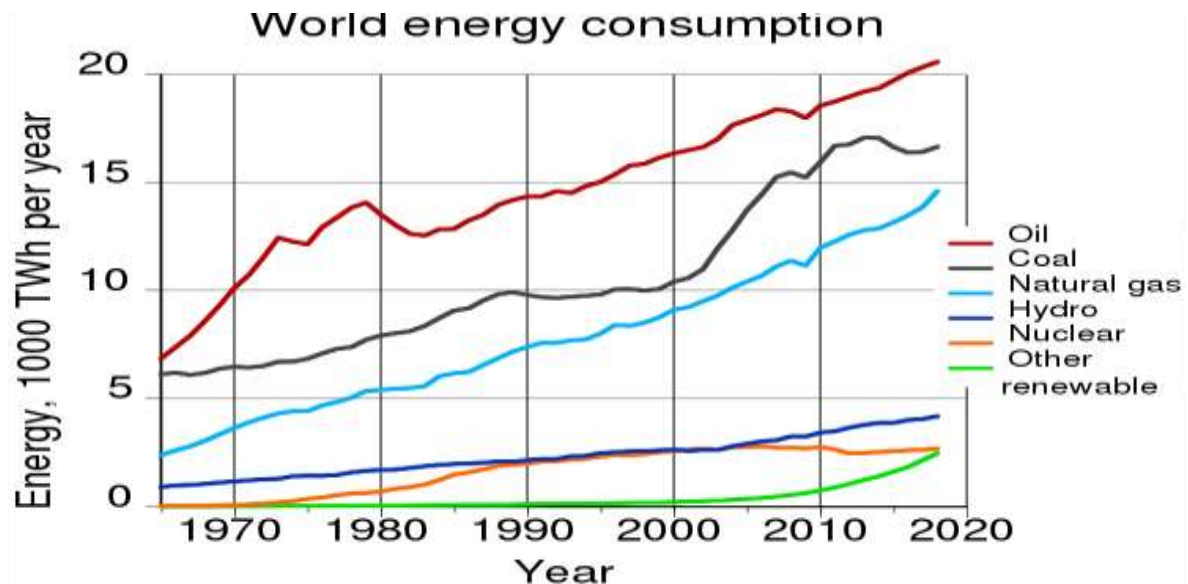
#### 4. DESCRIPCIÓN, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según García (2011), Colombia tiene una deuda en su historia reciente frente a sus compromisos de cara hacia el desarrollo sostenible de conformidad con los acuerdos y cumbres en las que ha participado desde el año 1992 (cumbre de Rio de Janeiro), ratificada en Rio + 20 en el 2012 y el Johannesburgo 2002, debido a que se han creado las políticas, el ministerio correspondiente, las normas y regulaciones educativas para la planeación y desarrollo de programas tales como PRAE y PIGA en las instituciones educativas de todo el país. Teniendo en cuenta lo anterior, el problema subyace en que no se ha logrado vincularlos de forma incidente y participativa y aplicable en las clases de ciencias, por tanto es una deuda histórica NO desde las facultades del gobierno pero si desde las implicaciones pedagógicas y sobre todo didácticas que deberían surgir desde los ambientes de enseñanza – aprendizaje donde se brinda la educación a niños y jóvenes de todo el territorio. En todo caso no es desconocido que las clases de ciencias continúan con una implementación que si bien tiene articulado en el currículo la educación ambiental con miras al desarrollo sostenible, no ha logrado ubicarla como el centro del ejercicio docente y de las prácticas educativas que se realizan.

De igual modo, la apuesta por la Educación para el Desarrollo Sostenible es una política mundial para propiciar la educación del presente pensando hacia el futuro; ha sido gestada por la UNESCO desde los principios mismos orientados por la declaración universal de los derechos humanos (ONU, 1948), las declaraciones del foro mundial en educación realizada en Tailandia, bajo el lema “educación para todos” luego en Dakar 2000 y Icheon 2015, hasta conformar lo que se conoce como el “Decenio de Naciones Unidas por la Alfabetización (2004-2013) como el “*Decenio de Naciones Unidas por la Educación para el Desarrollo Sostenible*” (UNDESD) (2005-2014). Se trata entonces de alcanzar un mayor acercamiento entre los ideales de la EDS y las prácticas educativas actuales que permitan formar estudiantes en competencias que sean consecuentes con el futuro que deben afrontar, siendo capaces de tomar decisiones partiendo desde un pensamiento crítico del porqué lo hacen y que consecuencias trae, lo cual requiere formación científica, tecnológica y social (Murga, 2015).

Por otra parte, según la (British Petroleum, B. P., 2013), en el mundo se consumen cerca de  $5 \times 10^{20}$  julios, equivalentes a 138.900 Toneladas de watios-hora de los cuales el 86,5% son provenientes de la quema de combustibles fósiles, si lo comparamos con el acceso energético potencial (energía utilizable) que aporta el sol nos encontraríamos con una cifra que excede las 8000 veces de la energía total utilizada durante el 2004, de forma tal que la disponibilidad energética renovable supera drásticamente la obtenida actualmente por medios no renovables (ver gráfica 1).

Gráfica 1. Consumo de energía en el Mundo



Fuente. Recuperado de: [<http://www.bp.com/statisticalreview> Statistical Review of World Energy], Workbook (xlsx), London, 2013</ref>

Cuando se observa en detalle el caso que presenta América Latina y en especial la realidad en que se vive en territorio Colombiano, se encuentra que la mayor parte de la apuesta energética, está vinculada con el aprovechamiento de la que se puede asociar con el movimiento de masas de agua a través de hidroeléctricas, donde se han conectado la población domiciliaria y la pequeña empresa principalmente. Por otra parte, las medianas y grandes empresas optan por recursos energéticos más económicos y a la vez más contaminantes como lo son: los derivados del petróleo y la quema de carbón en forma de coque (Villareal, 2007).

En las instituciones educativas de Bogotá se utiliza energía eléctrica suministrada por las hidroeléctricas, debido a la riqueza en cuencas hídricas de las que goza Colombia, que han generado una falsa seguridad frente a la estabilidad en el suministro de este recurso, que en respuesta genera consumo irracional. Se requiere entonces planificar e implementar estrategias pedagógicas que fomenten el cambio en la forma de pensar, la cual se puede alcanzar a partir del fortalecimiento del pensamiento crítico en los estudiantes frente al tema del consumo de energía (Camargo, 2013).

#### 4.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la docencia es conocida la importancia de la planeación pedagógica de los procesos de enseñanza – aprendizaje destinados a desarrollar con los estudiantes, para ello se requiere un ejercicio reflexivo sobre el qué, cómo y para qué enseñar, con miras a lograr un aprendizaje que le quite el protagonismo a la adquisición exclusiva de conocimientos y de apertura a la formación de un sujeto crítico y competente, en capacidad de afrontar los retos sociales, económicos, ambientales, científicos y tecnológicos que el presente y futuro le plantea.

Lo anterior lleva a reflexionar sobre cuál puede ser el fundamento y la estrategia pedagógica más pertinente, que actúe como un vehículo dinamizador para la formación de estudiantes críticos y competentes. Para efectos de este trabajo de investigación se seleccionó al pensamiento crítico como una competencia de alto nivel que puede ser fortalecida desde el trabajo que se realiza en la escuela, bajo los principios aportados por la EDS y la estrategia didáctica de las 7E, que conduce a preguntar:

¿Una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) basada en la estrategia 7E, en el marco de la educación para el desarrollo sostenible (EDS), puede incidir en el fortalecimiento del pensamiento crítico (PC), en estudiantes de grado octavo?

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar pensamiento crítico en estudiantes de educación básica, a través de una secuencia didáctica, diseñada desde los principios de la educación para el desarrollo sostenible.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el nivel de pensamiento crítico (PC) y las opiniones hacia la naturaleza de la ciencia, en estudiantes de educación básica, cuando se aplica pruebas específicas para ello.
- Diseñar y aplicar en la población objetivo una secuencia de enseñanza aprendizaje fundamentada en los principios didácticas de la estrategia de las 7E, a fin de fortalecer habilidades de PC.
- Validar el instrumento de relaciones consumo, costo y disponibilidad energética (CCD), mediante el concepto de pares.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación aplica una SEA basada en la estrategia didáctica de las 7E (Eisenkraft, 2003) y (Vásquez et al., 2013) la cual ha sido poco difundida, su objetivo es fortalecer el pensamiento crítico de estudiantes de grado octavo, en torno al tema del aprovechamiento de las fuentes de energía, y en el marco de la educación para el desarrollo sostenible. Esta convergencia de principios pedagógicos, estrategias didácticas, competencias educativas y temas poco implementados en las aulas de ciencias de la educación en Colombia, le confieren la categoría de **investigación exploratoria** (Hernández et al., 2010), ya que brinda una nueva perspectiva que posiblemente aporte los suficientes elementos innovadores para la enseñanza de la ciencia y la tecnología, en la formación de las presentes y futuras generaciones.

Por otra parte, los instrumentos para la recolección de información, aplican técnicas cualitativas y cuantitativas, basadas en la formulación de categorías de análisis, la ponderación de opciones de respuesta, la presentación de porcentajes, promedios y la interpretación de los resultados, con un enfoque que combina elementos cuantitativos y cualitativos en todo el proceso de investigación, que la ubican como una **investigación exploratoria – mixta** (Hernández et al., 2010).

### 6.2 PARTICIPANTES

Treinta y nueve estudiantes de educación básica de grado octavo del colegio Alberto Lleras Camargo IED de la localidad de Suba, de la ciudad de Bogotá – Colombia.

### 6.3 FASES DE PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Primera fase: Revisión conceptual y metodológica sobre PC, EDS, SEA y 7E.

Segunda fase: Diseño de la SEA e instrumentos (ver tabla 7).

Tercera fase: aplicación de instrumentos.

Cuarta fase: análisis, conclusiones y presentación de resultados.

Tabla 7. Desarrollo metodológico de la SEA

<b>Fase 7E</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estrategia metodología</b>
<b>Extraer</b>	Hacer emerger las concepciones previas de los estudiantes, para diagnosticar sus necesidades educativas.	Aplicar tres instrumentos: el primero trabaja las relaciones consumo, costo y disponibilidad energética (CCD), el segundo es la prueba de COCTS que recoge información sobre el pensamiento, concepciones y opiniones CTS y el último es el test de Halpern enfocado a pensamiento crítico desde la toma de decisiones y resolución de problemas.
<b>Envolver</b>	Motivar e involucrar a los estudiantes, despertar su interés y curiosidad, teniendo en cuenta también su diversidad	<b><u>Actividad EA1</u></b> Motivación a las energías alternativas. (¿Qué hace a los súper héroes, súper poderosos?)
<b>Explorar</b>	Progresar en la comprensión de conocimientos.	<b><u>Actividad EA2</u></b> Principios básicos de las energías alternativas.
<b>Explicar</b>	Usar conceptos, terminología, hechos, leyes, etc. Para interpretar y reforzar los resultados de la fase de exploración.	<b><u>Actividad EA3</u></b> Conceptos científicos (químicos), tecnológicos y sociales referentes a las energías alternativas.
<b>Elaborar</b>	Transferir y aplicar el aprendizaje a nuevos dominios del entorno próximo, proponer preguntas o resolver problemas nuevos	<b><u>Actividad EA4</u></b> Análisis práctico del funcionamiento de una celda fotovoltaica “Celdas que cargan celulares”
<b>Extender</b>	Transferir y aplicar los conocimientos a nuevos dominios, cuestiones y contextos más lejanos de los estudiantes (creatividad)	<b><u>Actividad EA5</u></b> Establecer la posibilidad para la implementación futura de energía fotovoltaica en el colegio.
<b>Evaluar</b>	Aplicar métodos e instrumentos de evaluación formativa a todos los aspectos relevantes del aprendizaje.	Instrumentos de evaluación del proceso enfocado en el desarrollo de pensamiento crítico. Escala de COCTS Post.

Fuente. Tomado y adaptado de (Vazquez, Manassanero y Bennassar, 2013), pág. 15

#### 6.4 DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se aplicaron tres instrumentos inmersos en una secuencia de enseñanza aprendizaje SEA, los cuales se describen a continuación:

#### 6.4.1 Prueba de relaciones consumo, costo y disponibilidad energética (CCD):

El objetivo de este instrumento es identificar modos de pensar referente a tema de energías alternativas y modos de consumo, así como los conceptos básicos relacionados (ver anexo 1), siendo validado por pares constituido por tres docentes del colegio Alberto Lleras Camargo IED quienes evaluaron y observaron al instrumento bajo criterios de claridad de la información, metodología para la aplicación y pertinencia con la población de estudio frente a las relaciones CTS.

**El par número 1** fue la docente Nubia Ramírez, microbióloga de la universidad de los Andes, especialista en pedagogía grupal y magister en gestión de la tecnología educativa con más de 12 años de experiencia pedagógica. Las observaciones y recomendaciones que realizó se citan a continuación:

Item 1: “presentado de manera clara y concreta para responder la pregunta”

Item 2: “hay coherencia entre teoría y práctica frente a la pregunta y sus respuestas”

Item 3: “presenta datos claros para responder la pregunta”

Item 4: “hay coherencia y secuencia en el planteamiento de la pregunta”

Observaciones generales: “Se plantea una lógica tanto en forma como en contenido frente a las respuestas a analizar con relación a la pregunta”

**El par número 2** fue el docente Manuel Alejandro Mendivelso, licenciado en química y biología de la universidad pedagógica nacional y magister en modelos de enseñanza problémica con más de 28 años de experiencia pedagógica. Las observaciones y recomendaciones que realizó se citan a continuación:

Item 1: “los estudiantes no son conscientes del ahorro de energía y como ellos no pagan el servicio, no les importa”

Item 2: “los estudiantes que tienen más acceso a la tecnología, consumirán más energía”

Item 3: “las medidas gubernamentales están relacionadas directamente con el consumo”

Item 4: “el clima está relacionado con el consumo”

Observaciones generales: “los ítems presentan un alto grado de subjetividad” vista como variabilidad de opciones de respuesta posibilidad de múltiples opiniones.

**El par número 3** fue la docente Angélica Suárez, licenciada en química de la universidad pedagógica nacional, con más de trece años de experiencia en pedagogía. Las observaciones y recomendaciones que realizó se citan a continuación:

Item 1: “Pensaría que para mayor claridad el reglón donde dice (donde 1 obedece a en) sería mejor (donde 1 está en desacuerdo)”

Item 2, 3 y 4: “enunciado y afirmaciones claras”

Observaciones generales: “es un instrumento claro que permite la comprensión fácil por los estudiantes”

Posterior a las evaluaciones de los pares, se realizaron modificaciones frente a la redacción de uno de los ítem y se discutió con el par número 2 sobre el significado que le atribuía al término de subjetividad utilizado en su observación, donde él aclaró que había empleado el mencionado concepto visto como variabilidad de opciones de respuesta posibilidad de múltiples opiniones, lo cual es parte de lo que se pretende con este instrumento, por tanto no fueron necesarias más modificaciones, lo que permitió proceder a su correspondiente implementación con el grupo de estudiantes.

6.4.2 Escala de COCTS: validada, por el grupo de EANCY en 2010 y aplicado recientemente por el grupo de investigación CYTPENCRI de la universidad de las islas baleares UIB. Tiene la finalidad de identificar la opinión o percepción sobre la ciencia y tecnología que tienen las personas, cuando se abordan temas sobre la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. Esa percepción se determina en tres categorías (**Ingenuo, plausible y adecuado**) (ver anexo 2); a partir de esta percepción se puede identificar el tipo de pensamiento crítico presente en los estudiantes.

6.4.3 Prueba de Halpern: recomendada, por el grupo de investigación CYTPENCRI de la universidad de las islas baleares UIB. Permite identificar el tipo de pensamiento crítico y en particular la toma de decisiones que realizan los estudiantes desde la relación ciencia y tecnología (ver anexo 3) en este caso sobre energías alternativas.

6.4.4 Secuencia de Enseñanza Aprendizaje: utiliza la estrategia de las 7E como base para el diseño de cinco Actividades de Enseñanza Aprendizaje, con el tema de energías alternativas como insumo pedagógico para la enseñanza de las ciencias, ligado a los conocimientos tecnológicos y sociales relacionados, a fin de dar cumplimiento al desarrollo de los cuatro enfoques encontrados en la educación para el desarrollo sostenible EDS.

## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 7.1 INSTRUMENTO COCTS - PRE

Este instrumento se aplicó con el interés de conocer las concepciones y opiniones que presenta la población estudiada sobre la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, con el fin de hallar como razonan frente a situaciones que se plantean en este instrumento, el cual formula contextos donde las CTS compiten o se apoyan entre sí, con el fin de que el sujeto enfrente conflicto de opiniones y tenga que tomar una decisión utilizando sus principios éticos y los conocimientos que tenga sobre ciencia, tecnología y sociedad.

Adicionalmente, el instrumento aplicado permite categorizar las respuestas obtenidas como ingenuas, plausibles o adecuadas. En las ingenuas se encuentran aquellas concepciones de la cotidianidad donde poco se aplican los principios científicos y tecnológicos para resolver situaciones que atañe a la sociedad. En las plausibles se pueden hallar elementos que permite afirmar que existe una opinión sobre las relaciones CTS fundamentadas en la aplicación de principios y teorías que se vinculan a apoyar a la sociedad. En la adecuadas se ubican las respuestas donde se evidencia la mejor relación entre ciencia como generador de conocimiento que puede ser materializado y apoyado por unos instrumentos y aplicaciones tecnológicas que dependen de las demandas y orientaciones del contexto social donde se desarrolla.

Las preguntas seleccionadas para esta prueba se enfocaron desde la naturaleza del conocimiento científico, en ítem 90111 los estudiantes establecen relaciones entre las observaciones y las teorías que tienen los científicos, lograron que las respuestas exitosas que alcanzaron valoraciones adecuadas en gran parte, ninguna plausible y resultados negativos en las ingenuas. El ítem 90411 evaluó cómo conciben la provisionalidad de la ciencia, donde nuevamente el principal puntaje lo obtuvieron las repuestas adecuadas, con rangos negativos en las de orden plausibles e ingenuas (ver tabla 8).

No obstante, en el ítem 90521 se pide que realicen relaciones entre el progreso de la ciencia y la formulación de supuestos, cuyos resultados también obedecen a respuestas adecuadas, con rangos negativos en las valoraciones ingenuas y plausibles. En el ítem 90621 se confronta la aproximación a la investigación, fundamentada en la importancia del método científico, donde las respuestas adecuadas y plausibles obtuvieron rangos positivos y las ingenuas valores negativos. Finalmente, el ítem 91121 revisa las concepciones sobre paradigmas y la coherencia de conceptos, donde nuevamente las respuestas adecuadas y plausibles obtuvieron valores positivos y las ingenuas rangos negativos (ver tabla 8).

Tabla 8. Resultados COCTS - PRE

Ítem	Adecuada	Plausible	Ingenua
90111	0,48	0,00	-0,15
90411	0,54	-0,10	-0,29
90521	0,33	-0,13	-0,35
90621	0,30	0,07	-0,42
91121	0,44	0,08	-0,34

Fuente propia

Los resultados de este test preliminar muestran un nivel adecuado y plausible para las repuestas donde los estudiantes son evaluados, sobre la naturaleza del conocimiento científico enfocado desde la importancia de la observación en la formulación de teorías, permitiendo concebir a la ciencia como un área dinámica para construcción del conocimiento. Adicionalmente comprender bajo la formulación de hipótesis y de la implementación del método científico son elementos que permite el progreso científico cuyo vehículo es la investigación; sin descuidar claro está, el hecho de que cada sujeto está provisto de paradigmas y concepciones que hacen que cada investigador tenga diferentes miradas ante una situación en particular.

## 7.2 INSTRUMENTO HALPERN – PRE

En la aplicación del test de Halpern se seleccionaron 5 preguntas (S21 a S25) donde se analiza la capacidad que tienen los estudiantes para tomar decisiones y resolver problemas a partir de una información y un contexto, en esta prueba los estudiantes debían asignar una puntuación de 1 a 7 a las opciones que tiene cada ítem, según el grado de importancia que el estudiante otorgue; dichas opciones son alternativas para resolver una situación planteada en la que él debe decidir la forma más adecuada de proceder (ver anexo 3).

Este instrumento también se aplicó bajo la metodología test – retest. La sistematización de los datos se realiza asignando los valores -1, 0 y 1 dependiendo si la decisión tomada por el estudiante es la más acertada con pensamiento crítico de tal forma que se califica 1 cuando el valor asignado por el estudiante corresponde con lo esperado por el diseño del instrumento, 0 en caso que la valoración asignada sea pertinente mas no la esperada por el instrumento y -1 en caso donde el valor otorgado se aleja por completo de lo deseable.

En el ítem S21 le solicita al estudiante identificar claramente dos problemas donde podía obtener máximo 7 puntos, de los cuales en promedio alcanzaron 1,2. El ítem S22 lo ubican en un contexto donde él perciba la necesidad de mayor información con un puntaje máximo de 10 puntos, del cual obtuvieron 1,5 en promedio.

El ítem S23 le solicita estrategias de solución que sean efectivas, donde alcanzaron un promedio de 1,4 de una escala máxima de 8 puntos. El ítem S24 le pide aproximarse razonablemente a un problema cotidiano, que les brindaba máximo un puntaje de 6 en donde presentaron en promedio 1,1 puntos. El ítem S25 le brinda la posibilidad generar dos soluciones razonables, valorada con un puntaje máximo de 7 cuyos resultados promedio fueron 1,2 puntos.

Finalmente, los resultados preliminares presentaron bajas habilidades en la identificación, selección de información y proponer soluciones ante los problemas basados en contextos de la cotidianidad. Por tanto, la toma de decisiones y la capacidad de resolver problemas, presentaron resultados insuficientes que afectan significativamente la competencia de pensamiento crítico.

### 7.3 INSTRUMENTO RELACIONES CONSUMO – COSTO – DISPONIBILIDAD ENERGÉTICA (CCD) – PRE

Este instrumento ubica al estudiante en un contexto integrador, que le pide tomar decisiones partiendo de un ejercicio reflexivo que propicia el desarrollo del pensamiento crítico, toda vez que incentiva la formulación de cuestionamientos de cara al paradigma dominante de los modelos de producción – consumo de la energía y como esto afecta la forma de vivir de las personas (Murga, 2015).

Se logró establecer las relaciones que los estudiantes realizan frente al consumo de energía, la disponibilidad y el costo económico que presenta, antes y después de la aplicación de la SEA. Para ello, la prueba se diseñó utilizando un enunciado a modo de contexto y cuatro opciones de respuesta que presentan diferentes modos de pensar frente a la información otorgada. Al estudiante se le da la instrucción de calificar de 1 a 4 cada opción sin repetir valor, donde 1 se asigna a la opción con la que esté en menor acuerdo y 4 para aquella que considere más acertada con su forma de pensar.

Para la sistematización de la información se tuvo en cuenta que cada una de las opciones orienta a una mayor inclinación por unas relaciones entre:

1. Consumo – disponibilidad de energía,
2. Consumo – costo,

3. Consumo – factores climáticos
4. Consumo – Procedencia de la energía

Por tanto, se procedió a sumar el número de registros donde los participantes marcaron 4 en cada una de estas opciones con el fin de poder plantear unos primeros análisis, ya que este valor demuestra las relaciones que tienen más afinidad con la forma de razonar de los estudiantes. El instrumento se diseñó intencionalmente para que los resultados se inclinen por la primera categoría y en su orden con las demás, toda vez que, cada una está respectivamente dotada de un mayor número de opciones ligadas a cada una de ella. Es así que la primera categoría presenta siete opciones que se relacionan a ella, mientras la quinta tiene sólo una (ver tabla 9).

Tabla 9. Categorías de análisis relaciones consumo – costo – disponibilidad energética.

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ítem y opción relacionada</b>
1. Pensamiento con relaciones hacia el consumo – disponibilidad	Situaciones donde se realizan afirmaciones que apuntan a que el consumo de energía se ve afectado directamente por la disponibilidad que exista de este recurso.	1 (b y d); 2(a); 3(b y c); 4(b y d)
2. Pensamiento con relaciones hacia el consumo – costo	Afirmaciones que presentan una inclinación por pensar que el consumo de energía está regulada por el costo económico a pagar por ella.	1 (c); 2(b); 3(a y d)
3. Pensamiento con relaciones hacia el consumo – factores climáticos.	Situaciones planteadas donde se evidencia una mayor predominancia a concebir que los fenómenos climáticos afectan sustancialmente el consumo de energía.	2(c); 4(a y c)
4. Pensamiento con relaciones hacia el consumo – Procedencia.	Afirmación donde se plantea de forma explícita que el consumo energía se ve afectado cuando se conoce de donde procede.	1 (a)
5. Otros (negación de la relación PIB y consumo de energía)	Planteamiento donde se plantea una negación que consiste en que las familias con mayor participación en PIB consumen más energía.	2 (d)

Fuente propia

Los resultados de la aplicación de este instrumento antes de la ejecución de la SEA fueron de acuerdo a lo esperado; es decir que la frecuencia de los registros se inclinó por la primera categoría y fueron bajando respectivamente en la segunda, posteriormente a la tercera, hasta llegar finalmente a la quinta. En el análisis global del test se encontró que el grupo de estudiantes que participaron en este estudio, presenta una tendencia a considerar que el consumo irresponsable de energía es un suceso causado por la falta de otra alternativa energética, y el desconocimiento en el precio que deben pagar por su uso. Frente a la relación entre ingresos económicos y consumo de electricidad, la gráfica ilustra una opinión dividida cuya atención se enfoca en la desaprobación general de que las familias que viven en países con mayor PIB tienden a pagar facturas de electricidad más costosas. También cabe considerar el nivel de desacuerdo sobre el cambio del precio de la energía por año en Colombia, como un factor que conduce a cambios en el consumo de energía a nivel domiciliario. Frente a la relación costo tarifario y tendencia al consumo, es notable como los resultados se inclinan por una preferencia por permitir un libre mercado que provea servicios de electricidad y a multar a las familias o empresas que tengan gasto excesivo. Mientras muestran desacuerdo ante la posibilidad de subir el precio del kilovatio-hora en la tarifa de pago. Finalmente, ante la relación entre el clima y la tendencia hacia el consumo de electricidad, se obtuvo una opinión dividida con una baja tendencia a considerar que los fenómenos electromagnéticos causan problemas en el suministro de energía, acompañado por una preferencia a pensar que las temporadas de calor si afectan el consumo de electricidad, debido al uso de aparatos refrigerantes.

## 7.4 SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

### 7.4.1 Extraer y Envolver

La secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) aplicada con los estudiantes desarrolló seis de las siete estrategias. Inicialmente se aplicaron tres instrumentos (1. Relaciones energía, consumo y disponibilidad, 2. COCTS y 3. Halpern) que corresponde con la fase de Extraer e Licitar, que posterior a una retroalimentación y reflexión sobre los resultados encontrados, se realizaron las actividades correspondientes la estrategia de envolver trabajada bajo el título “Que es lo que hace a los superhéroes, súper poderosos” consistió en utilizar la analogía como una herramienta para lograr canalizar los conocimientos de los jóvenes hacia los principios científicos y tecnológicos de las fuentes de energía; se encontró que de los 39 estudiantes, 17 se enfocaron en realizar analogías con conceptos relacionados con las fuentes de energía, empleando conceptos como: Radiación gama proveniente del sol, experimentación con el ADN, nutrientes, “crear sustancias”, mutación, “químicos gama” Concepción de radiación como una sustancia. Mientras 10 de ellos presentaron un mayor enfoque por cómo usar y transformar la energía empleando términos como: Explosiones, bobinas de tesla “bobinas de electricidad”, utilizaron frases como: “le cambiaron el corazón por un reactor lleno de energía”, “crear propulsores, alas, lentes,

rayos laser” para emular los poderes. En uno de ellos se identificó el principio de conservación de la energía cuando indicaba que el traje de uno de los superhéroes se descargaba y 11 de ellos persistieron en continuar con la analogía en el transcurso de la actividad ya que a pesar de que reconocieron las fuentes de energía persistieron en las características de los personajes de ficción (ver anexo 4).

La actividad cumplió con el objetivo de motivar y cautivar a los estudiantes con el fin de introducir el tema de tipos de energía y la relación entre fuerza y trabajo. Se presentaron varias controversias frente al origen de los súper poderes de los personajes de ficción y su relación con las formas de energía que existen en la realidad. Hubo varios aportes de cómo se podían replicar el origen de la fuente de poder con los adelantos científicos y tecnológicos que tiene la humanidad en la actualidad. Posterior a esto el docente canalizó los aportes de los estudiantes para trabajar el tema de fuerza, trabajo y energía (cinética y potencial), con el fin de utilizar la analogía como un insumo para motivar a los estudiantes en la estrategia conocida como envolver, la cual es la segunda de siete.

#### 7.4.2 Explorar

Durante el desarrollo de esta estrategia el docente realizó la explicación sobre el funcionamiento de las diferentes fuentes de energía, partiendo desde los principios de la energía cinética – potencial y relacionándolo con las actividades realizadas en las sesiones anteriores. Además, el estudiante atendió a las explicaciones y realizó las actividades sugeridas por el docente (ver anexo 4).

Es importante destacar que las actividades desarrolladas por los estudiantes permitieron identificar tres categorías de análisis la primera consiste en las respuestas cuyas relaciones ciencia y tecnología son válidas en ella 12 participantes demostraron clasificación de fuentes y tipos de energía y explicaron los principios tecnológicos que permiten su uso y transformación en forma de electricidad. En la segunda 20 de ellos mostraron comprender los tipos y fuentes de energía desde un enfoque clasificatorio y en la tercera categoría denominada como relaciones erróneas persistentes; 7 jóvenes presentaron dificultades conceptuales al considerar que la energía se crea o que fuerza es igual a la energía, empleando frases como: “las energías son sometidas a la fuerza cinética” “Las turbinas generan efecto fotoeléctrico”. Cabe resaltar que durante esta etapa de la investigación, los estudiantes se presentaron atentos y participativos, aun así se dificultó la explicación sobre el funcionamiento de una turbina debido a que no hay una suficiente comprensión sobre el concepto de inducción electromagnética que parte desde el mismo concepto de átomo y electrón.

### 7.4.3 Explicar

En la aplicación de esta estrategia se explicó el concepto de sostenibilidad energética seguido de una serie de preguntas que el estudiante respondió (ver anexo), fruto de esto, se lograron establecer cuatro categorías de análisis; las primeras dos identificaban indicios de pensamiento crítico bajo el criterio de la reflexión y análisis que los participantes demostraran en la toma de las decisiones (Ennis, 1962), (Ennis, 1989) y (Facione, 2007). Los resultados presentaron que, en la primera de ellas, siete estudiantes evidenciaron pensamiento crítico al tomar decisiones con enfoque holístico, toda vez que realizaron reflexiones sobre sus relaciones de consumo eléctrico en la casa, el colegio, la ciudad y proponen la mejor alternativa. En la segunda categoría consistió en la toma de decisión basada en la disponibilidad de la fuente de energía, donde quince estudiantes mostraron indicios de pensamiento crítico cuando proponían y reflexionaban desde las posibilidades de obtener energía aprovechando las condiciones climáticas de la ciudad (viento, agua) y contemplaron la generación de energía renovable empleando frases como: “Aprovechar los fuertes vientos de la ciudad” “Bogotá tiene una gran reserva de agua” “Es una forma económica de hacer energía renovable”.

En una tercera categoría donde la decisión del participante está basada en relaciones gasto y ahorro, nueve de ellos propusieron gastar menos energía que lleva al ahorro de la misma y a pagar recibos públicos más económicos, o en términos de los participantes: “para dejar de pagar recibos de luz”. En la última categoría de análisis nombrada como otros, ocho de los estudiantes toman decisiones basados en su relación con el ambiente o con sus actividades académicas en el colegio: aplican frases como “Mejor ciudad”, “para tener un mejor aprendizaje”, “estamos contaminando el mundo” y “por ayudar al medio ambiente”. También son casos donde no hay toma de decisión de estudiantes que no argumentaron sobre su decisión. Es importante resaltar que se facilitó la comprensión del concepto de sostenibilidad a nivel ambiental, pero se dificultó cuando se ampliaba al término de sostenibilidad energética en cuanto no lograban conectar elementos demanda energética, costos económicos y su relación con las dinámicas sociales.

### 7.4.4 Elaborar

Estrategia que consiste en construir modelos funcionales de producción de energía a pequeña escala utilizando diodos y palos de paleta en primera instancia para luego proponer un nuevo diseño que compita con mejores lecturas de voltaje y corriente que el primero. Esta actividad permitió generar las siguientes categorías de análisis:

Evidencia creatividad en la construcción del modelo: consiste en los casos donde los estudiantes fabricaron las celdas solares de acuerdo a la guía entregada, funcionando y con

evidencia de creatividad donde el estudiante aplica lo aprendido utilizando diferentes materiales y mejoras con relación al modelo establecido en la guía para fabricar una segunda fotocelda mejorada, en esta categoría se lograron identificar quince de los treinta y nueve estudiantes.

Por otra parte, ocho participantes lograron cumplir con la fabricación de la primera fotocelda según los parámetros de la guía de trabajo, con celdas funcionales y lecturas de voltaje, corriente. Finalmente, en la categoría (otros), se identificaron dieciséis estudiantes caracterizada por modelos trabajados parcialmente, celdas que no funcionaron y celdas a las que no se le realizaron lecturas de voltaje y corriente.

Se esperaba más entusiasmo e interés en la elaboración de los modelos, pero se notó lo contrario en cuanto se evidenció incumplimiento al momento de traer sus materiales y de tener la guía de trabajo interiorizada. Fue necesaria la intervención del docente apoyando con material, redistribuyendo funciones y explicando en repetidas ocasiones el método de fabricación del prototipo de la fotocelda. Se dificultó la toma de medidas de voltaje y corriente producidos, debido a situaciones climáticas que contribuyó en analizar a más profundidad el concepto de sostenibilidad energética y uno de sus elementos, como lo es: viabilidad energética.

#### 7.4.5 Extender

En la ejecución de esta estrategia se realizó la lectura de textos explicativos del concepto de viabilidad y se analizaron ejemplos de estudios ya aplicados con la finalidad de que los participantes diseñen un estudio de viabilidad sobre cómo implementar energías sostenibles en la institución educativa y a su vez logran emitir juicios de valor frente a la normatividad que regula el uso de la energía a nivel local y nacional. Durante este ejercicio se identificaron las siguientes categorías de análisis.

Viabilidad como proceso: once estudiantes aplican la normatividad de su contexto en estudios de viabilidad, los recursos necesarios a nivel logístico y financiero empleando términos como; “Funcionamiento, eficacia, presupuesto, información, debido proceso”.

Instrumentalismo: dieciséis participantes reconocen los elementos mínimos que requiere un estudio de viabilidad a partir de los insumos y equipos necesarios aplicaron frases como; “Se tiene que contar con los instrumentos o materiales necesarios” “Comprobar el funcionamiento”.

Conceptualización: doce jóvenes permanecieron en la viabilidad desde el concepto más no lograron relacionarlo con su contexto, aplicaron frases con una definición técnica, por ejemplo: “Herramienta de investigación para hacer realidad una idea”.

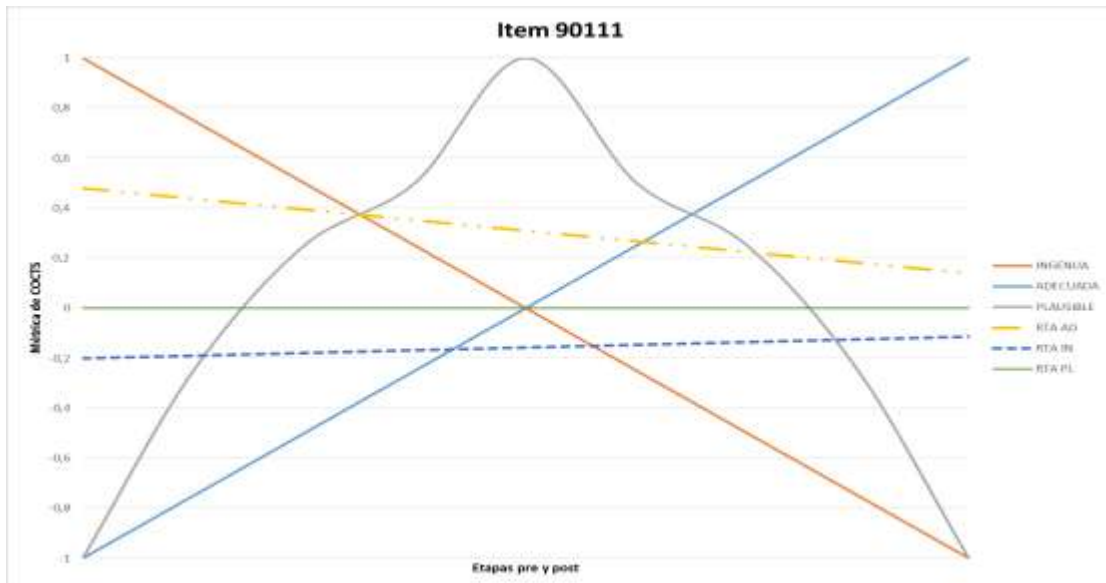
El desarrollo de la presente SEA generó en los estudiantes las suficientes evidencias descritas anteriormente que permiten establecer la adquisición de las siguientes competencias en el marco de la EDS (ver tabla 5):

Comprenden que todo paradigma, enfoque o punto de vista está sujeto a coordenadas temporales, culturales, económicas, etarias y emocionales, ya que identificaron las posibles fortalezas y debilidades de una situación o argumento, que, según Murga, 2015 es el primer nivel en esta competencia evidenciada principalmente en las estrategias **explicar y extender** dentro de las 7E utilizadas en la SEA. Así mismo, comprenden que el conocimiento es incompleto y está teñido de Subjetividad que se apoya en la forma como ellos valoran con argumentos las fortalezas y debilidades de los comportamientos ajenos, algo que, para Murga, 2015 es un nivel 2 logrado en las actividades de **explorar y elaborar** de la SEA aplicada. También lograron comprender que todo sistema (conceptual, socioeconómico, etc.) presenta disfunciones que pueden ser identificadas y corregidas toda vez que escribieron y reflexionaron sobre los motivos no explícitos de los comportamientos y posiciones propias (valores, afectos, intereses, etc.) relacionados con las relaciones consumo, disponibilidad y costo de la energía, demostradas en la etapa de **extraer, envolver y explicar** de las SEA aplicada, que en relación con lo establecido por (Murga, 2015, p. 74) corresponde al nivel 2 de esta competencia.

#### 7.5 INSTRUMENTO COCTS - POST

El instrumento aplicado en una población de estudiantes de grado octavo cuyas edades oscilan entre los 13 y 15 años se realizó con la estrategia pretest – postest y se empleó una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) basada en el estudio de energías alternativas como núcleo de trabajo; es así que primero se aplicó el instrumento, luego se trabajó en la SEA y nuevamente se realizó el test. En los resultados obtenidos se observa un aumento en las repuestas plausibles e ingenuas (línea verde y azul punteada) seguida de la disminución en las repuestas adecuadas, lo que lleva a razonar que las actividades realizadas en la SEA al contener un enfoque tecnológico, basado en la generación de energía sostenible y los conocimientos nuevos adquiridos, modificaron las opiniones de los estudiantes o fueron la base para conflictos éticos que los llevaron a tomar de decisiones diferentes entre las relaciones CTS (ver gráficas 2 a 6).

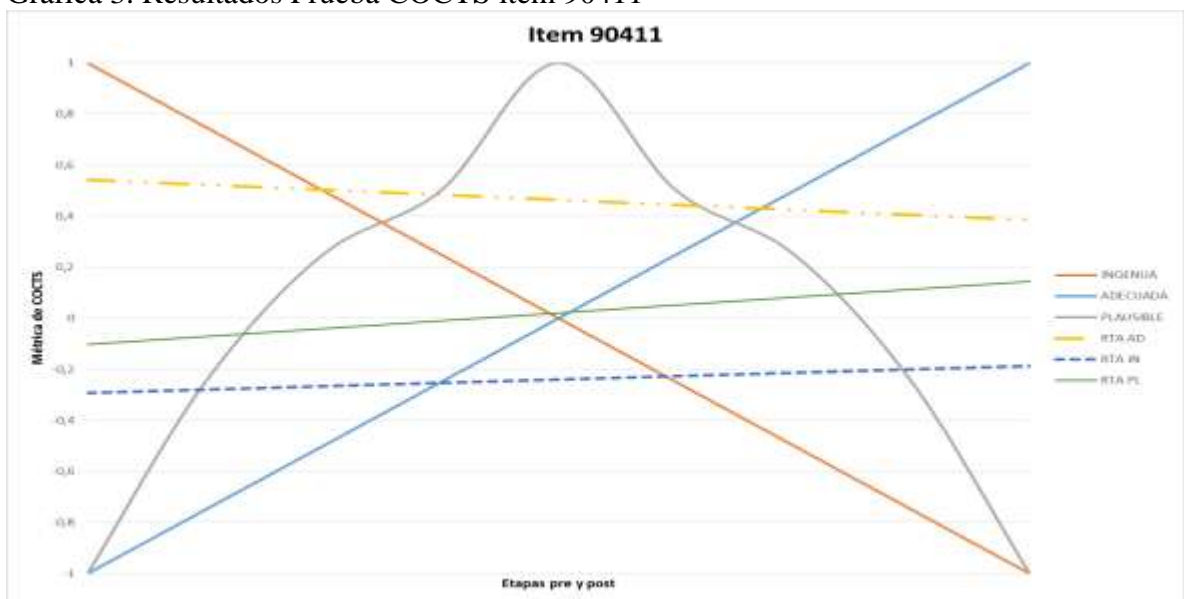
Gráfica 2. Resultados Prueba COCTS ítem 90111



Elaboración propia.

En los resultados del postest el ítem 90111 presentó una disminución en las opiniones adecuadas en las relaciones entre las observaciones y las teorías que tienen los científicos, con un aumento de los planteamientos ingenuas. Aun así, se mantuvieron las respuestas exitosas que alcanzaron valoraciones adecuadas en gran parte, sin modificación de las opiniones plausible y resultados negativos en las de orden ingenua (ver gráfica 2).

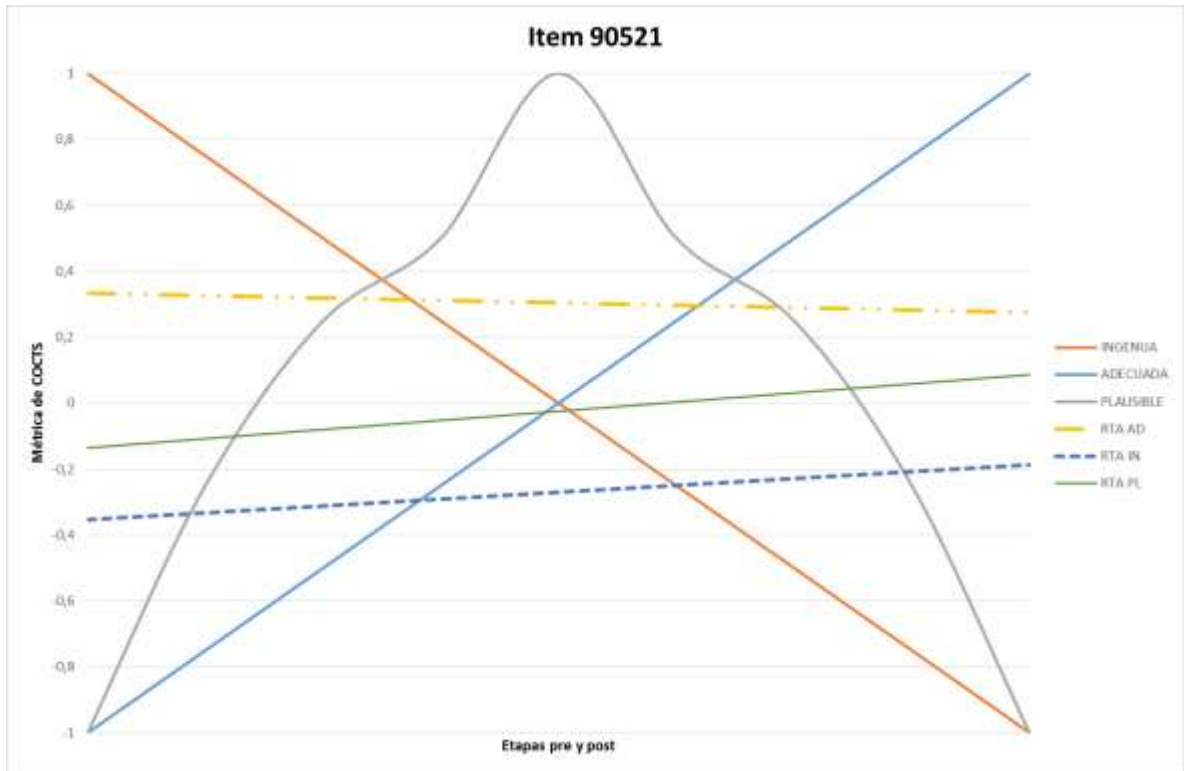
Gráfica 3. Resultados Prueba COCTS ítem 90411



Elaboración propia.

El ítem 90411 evaluó cómo conciben la provisionalidad de la ciencia, donde nuevamente el principal puntaje lo obtuvieron las repuestas adecuadas (a pesar de disminuir su valor), seguida del aumento de las opiniones plausibles con rangos negativos en las de orden ingenua (ver gráfica 3).

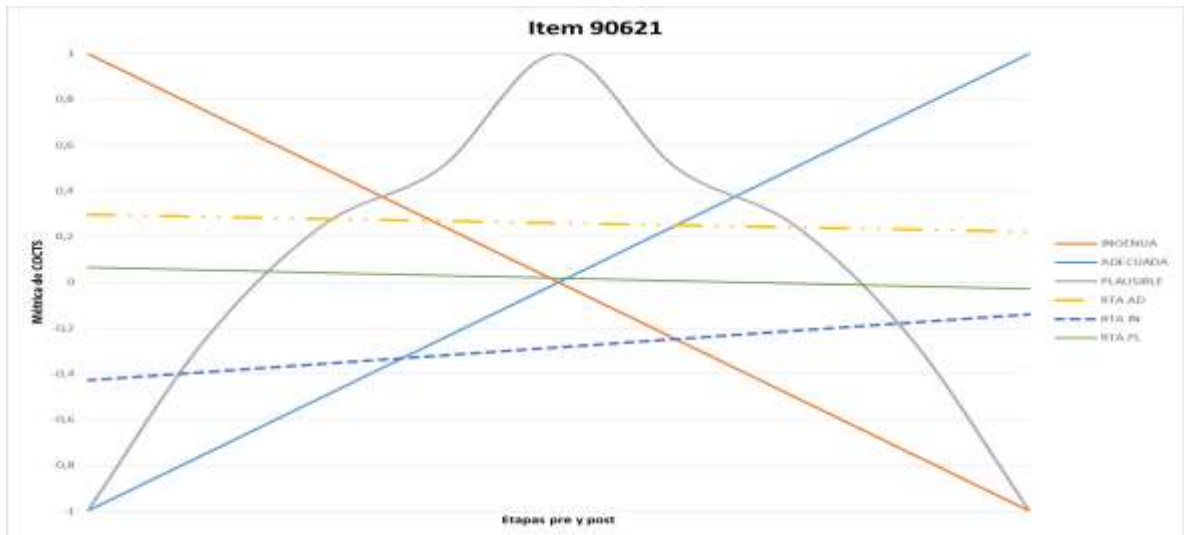
Gráfica 4. Resultados Prueba COCTS ítem 90521



Elaboración propia.

En el ítem 90521 los estudiantes realizaron relaciones entre el progreso de la ciencia y la formulación de supuestos, cuyos resultados se mantienen en el rango de respuestas adecuadas en comparación con el pretest, así mismo se presenta un leve aumento en la valoración de las opiniones ingenuas (que se mantuvieron con valores negativos) y un aumento de las respuestas plausibles que la sacaron del rango negativo hacia positivo (ver gráfica 4).

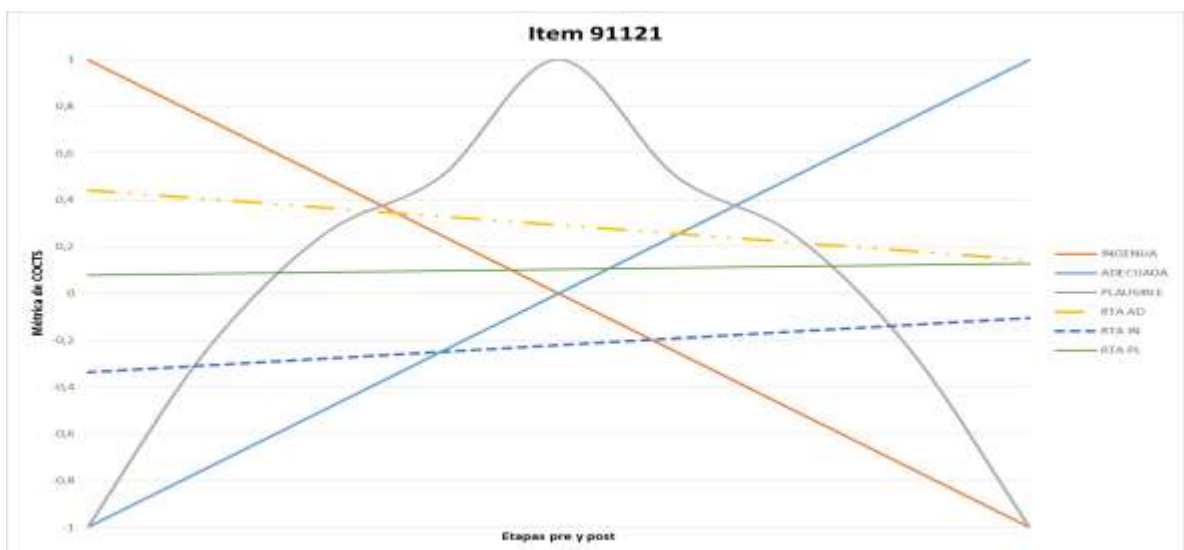
Gráfica 5. Resultados Prueba COCTS ítem 90621



Elaboración propia.

En este ítem se confrontó la aproximación a la investigación, fundamentada en la importancia del método científico, donde las respuestas adecuadas y plausibles presentaron una disminución muy baja acompañada de un incremento importante de las opiniones ingenuas (ver gráfica 5).

Gráfica 6. Resultados Prueba COCTS ítem 91121



Elaboración propia.

Este ítem valoró las concepciones sobre los paradigmas y la coherencia de conceptos, cuyas respuestas evidenciaron una disminución importante de las respuestas adecuadas y aumento de las opiniones ingenuas, mientras que las concepciones plausibles se mantuvieron sin cambio notorio (ver gráfica 6).

En términos generales es importante notar como en las gráficas muestran que las respuestas adecuadas y plausibles permanecieron ocupando valores positivos y la ingenuas se mantuvieron en rangos negativos, lo cual muestra que a pesar de que la SEA presentó una mayor inclinación por los elementos tecnológicos que desviarán la opinión y la toma de decisiones de los estudiantes frente a la importancia de la observación en la formulación de teorías, la ciencia como un área dinámica para construcción del conocimiento, la formulación de hipótesis y del método científico para el progreso científico y el hecho de que cada sujeto está provistos de paradigmas y concepciones que hacen que cada investigador tenga diferentes miradas ante un situación en particular, permanecen, es decir que la secuencia no afectó significativamente el equilibrio entre los enfoque de ciencia y tecnología, más si logró armonizarlos.

Aun así, las respuestas adecuadas y plausibles superan los resultados de las valoraciones ingenuas, por tanto no se puede entonces plantear que haya existido un fracaso de la secuencia, todo lo contrario, ya que se evidencia cambio en la forma de pensar que se forjó desde la etapa de explorar y explicar de la SEA, apoyada por un mayor grado de reflexión que puede describir el fenómeno presentado durante esta investigación, lo cual apoya la idea de que el fortalecimiento del pensamiento crítico que en una etapa temprana, no es sinónimo de buen pensamiento, pero si es muestra de que se inició un camino hacia la formación de ciudadanos más enfocados en preguntar, indagar e investigar antes de emitir juicios y tomar decisiones que atañen a su forma de actuar, relacionarse con los otros y el ambiente (Facione, 2007).

## 7.6 INSTRUMENTO HALPERN – POST

Los resultados obtenidos por los estudiantes en el test y posteriormente en el retest, fueron promediados y se muestran a continuación (ver tabla 10):

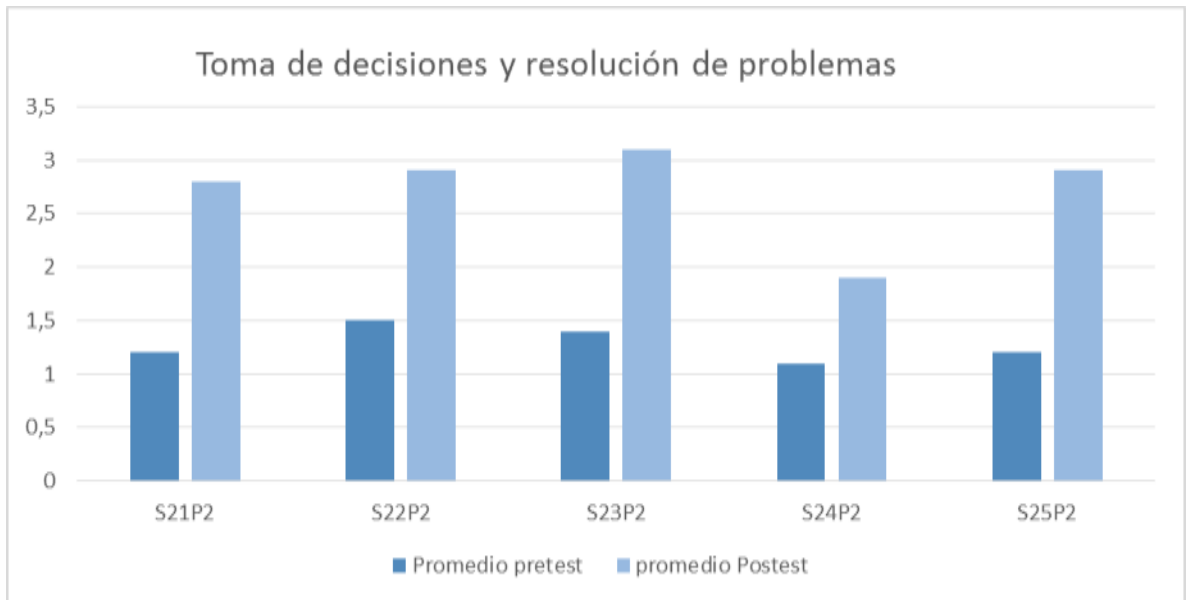
Tabla 10. Resultados Prueba de Halpern test – retest.

Item	Promedio pretest	promedio Postest
S21P2	1,2	2,8
S22P2	1,5	2,9
S23P2	1,4	3,1
S24P2	1,1	1,9
S25P2	1,2	2,9

Fuente propia

Los resultados evidencian un aumento del pensamiento crítico fundamentado en el fortalecimiento de la capacidad de decisión y de la resolución de problemas otorgado por la SEA aplicada después de realizar el primer test (ver gráfica 7).

Gráfica 7. Resultados Halpern.



Fuente propia

Durante la sistematización también fueron revisados los valores obtenidos individualmente por los estudiantes con el fin de establecer un porcentaje de aquellos que presentaron un avance en el fortalecimiento del PC o por lo contrario, los casos donde desmejoraron, atendiendo también a las situaciones en la que no fue evidente un progreso (ver tabla 11).

Este instrumento demostró que la SEA propició el fortalecimiento del PC a nivel individual en el 53% de la población y también en el colectivo, toda vez que los estudiantes realizaron un ejercicio más reflexivo y analítico durante la ejecución de la prueba que les permitió tomar decisiones más pertinentes para resolver las situaciones problemáticas que el test proponía en sus enunciados. Durante el desarrollo la SEA, los estudiantes adquirieron más información enfocada en la reflexión y puesta en marcha de energías sostenibles en el marco de la EDS, que permitió el fortalecimiento de la capacidad de reflexión y de análisis de la información otorgada en un problema, antes de emitir decisiones reflejada en la forma de actuar para resolverlo.

Tabla 11. Nivel de avance de PC en los estudiantes.

Nivel de Avance	Porcentaje (%)
Fortalecimiento del PC	53
Fortalecimiento NO evidente	20
Desmejora	27

Fuente propia.

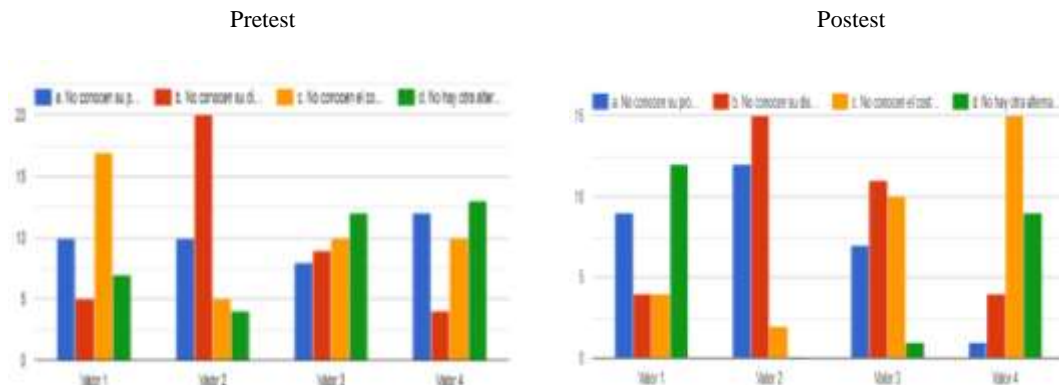
Por tanto la EDS basada en la estrategia de las 7E y ejecutada mediante SEA; es una alternativa que puede contribuir a la formación de estudiantes que el mundo actual y futuro requiere, ya que logra permear en la generación de nuevas formas de pensar, que propicien acciones más acordes con las demandas necesarias, para concebir un mundo sostenible.

#### 7.7 INSTRUMENTO RELACIONES CONSUMO – COSTO – DISPONIBILIDAD ENERGÉTICA (CCD) – POST

Posterior a la aplicación de la SEA se repitió el instrumento, encontrando varios cambios frente a la forma de relacionar los costos, disponibilidad, procedencia y consumo de energía, siendo así que, la tendencia hacia el pensamiento con relaciones hacia el consumo y disponibilidad de energía aumento un 26%, mientras las relaciones consumo y costo se mantuvieron. En contraste con relaciones hacia el consumo y factores climáticos que disminuyeron 33%, las relaciones hacia el consumo y procedencia disminuyeron 92% y la negación de la relación PIB y consumo de energía aumentó un 55% (ver gráfica 8 a 11).

Adicionalmente los estudiantes observaron más cada uno de los ítems, situación causada por la reflexión inherente a las actividades realizadas en la SEA, lo cual implica su contribución al desarrollo del pensamiento crítico toda vez que los estudiantes se motivaron a reflexionar sobre algo que no habían pensado antes, escribieron sobre la importancia de utilizar otras fuentes de energía, de reducir el consumo, trataron de explicar que causa el fenómeno del consumo desde sus propias concepciones como lo es el desconocimiento del costo económico a pagar por ella inclusive critican al sistema educativo porque no les enseña a utilizar mejor de este recurso, existen también opiniones con relación a considerar el impacto ambiental que se genera con el uso excesivo de la electricidad y sobre las acciones a implementar ya sean multas o beneficios como subsidios, incluyendo críticas de orden social que tienen relación con la desigualdad de las clases sociales (ver tabla 12 a 15).

Gráfica 8. Resultados ítem 1 CCD



Elaboración propia.

En la gráfica se puede observar como cambiaron las relaciones que establecidas por los estudiantes caracterizada por un favoritismo hacia el desconocimiento de costo de la energía que surgió en el postest y desconociendo la falta de otra alternativa energética como los factores que generan mayor consumo de energía eléctrica de forma irresponsable (ver gráfica 8).

Tabla 12. Observaciones de los estudiantes del ítem 1 CCD

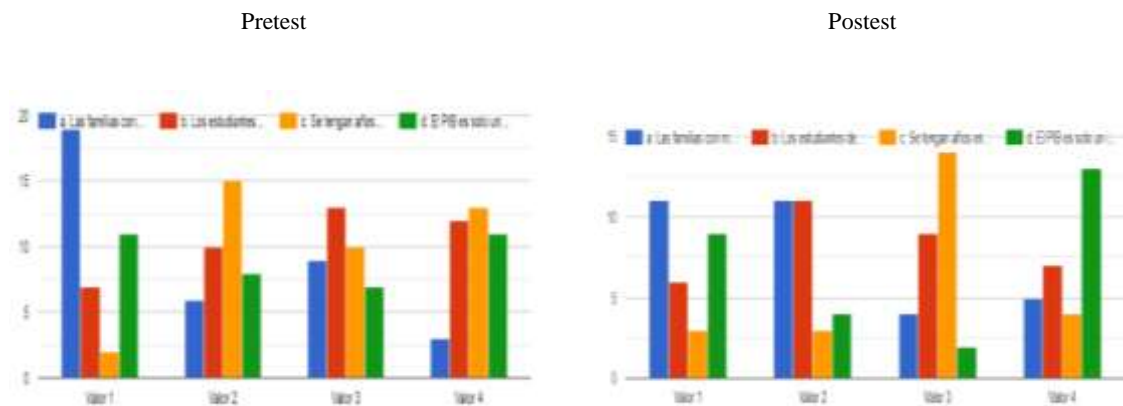
Pretest	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “si porque hay personas que no conocen las formas que pueden pagar”</li> <li>2. “No se qué es procedencia”</li> </ol>
Postest	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “Pues a ellos no le importa y deberian tener mas en cuenta la energia solar y es menos gasto”</li> <li>2. “Creo que al no ser ellos (los estudiantes), los que pagan la energía la usan como quieren porque una persona valora mas una cosa cuando la paga o la compra con su propio dinero o simplemente con su esfuerzo”.</li> <li>3. “No conocen su procedencia”</li> <li>4. “Se gasta mas enegia por mas dispositivos que cada vez salen al mercado se deberian reducir”</li> <li>5. “Por falta de educacion para el manejo de cómo usar la energía”</li> <li>6. “que los profesores no les indican a sus estudiantes como reducir el consumo de energía”</li> <li>7. “si consumen mas energía eléctrica de forma irresponsable ya que hay personas o jóvenes que se aprovechan de algún aparato eléctrico ya sea dejando un celular cargando mas de la cuenta y varias veces al día o sea algún aparato que lo dejen conectado. Así seria un consumo grande dejando cualquier cosita conectada por mucho tiempo”.</li> <li>8. “Son irresponsables con el consumo de energía por que no conocen los daños que se ocasionan”</li> <li>9. “Me parece que la institución puede buscar diferentes formas de energía eléctrica para que los estudiantes puedan utilizarlas”</li> <li>10. “Porque los estudiantes usan la energia sin ser concientes de el consumo de energia que estan haciendo”</li> <li>11. “no conocen los precios ni la cantidad de energía que ellos utilizan en un proceso”</li> <li>12. “yo digo que los estudiantes son irresponsables en el consumo de energia por que como ellos no lo pagan no les importa”</li> <li>13. “Mi observación es que los estudiantes deberian conocer las consecuencias”</li> </ol>

--	--

Elaboración propia.

En la tabla se presenta un mayor número de observaciones en el postest del ítem 1, caracterizadas por la importancia de incorporar otras formas de producción de energía, los comportamientos inadecuados que se tienen en el colegio frente a la forma como se consume electricidad debido al desconocimiento que se tiene sobre los daños y los costos que se causan, muestras de como las SEA aportó a un pensamiento más reflexivo frente al consumo de energía responsable (ver tabla 12).

Gráfica 9. Resultados ítem 2 CCD



Elaboración propia.

En la gráfica se puede observar el cambio de mentalidad en la relación del PIB de un país y el consumo a nivel domiciliario; considerando al PIB como un indicador que no define lo que en los hogares realmente sucede y creando afinidad por pensar que en Colombia se tengan años donde se aumenta el consumo de energía por persona y otros donde disminuya (ver gráfica 9).

En las observaciones hubo un predominante pensamiento frente al consumo de energía con relación al estrato socioeconómico, los estudiantes consideraron que las personas con mayores recursos tienden a consumir más energía por cuanto cuenta con los medios para pagar por ella, lo cual se extrapola a nivel de países, bajo la premisa de que aquellos que producen más bienes y servicios, son aquellos que consumirán más energía.

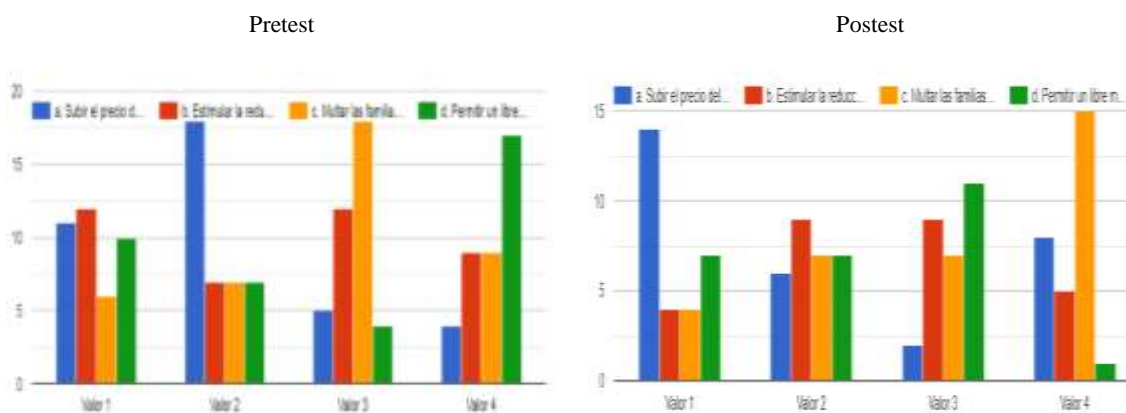
Tabla 13. Observaciones de los estudiantes del ítem 2 CCD

Pretest	1. “si porque el poder que tiene hacen que no piensen en los gastos”
Postest	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “Todas las personas deben pensar mas y dejar de malgastar la energía para una mejor ciudad, pais y mundo”</li> <li>2. “pues los países que producen mas bienes y servicios consumen mas energía que los medas”.</li> <li>3. “Los estudiantes de estratos mas altos consumen mas luz que los de estratos bajos”</li> <li>4. “Tener mas educacion hacerca como usar la energía”</li> <li>5. “Por no saber el uso”</li> <li>6. “que no explican bien el indicador de pib”</li> <li>7. “Yo pienso que todos tenemos diferentes costos de energías, que los de extracto alto usan muchas cosas de energía eléctrica pero su total a pagar es muy bajo en cambio los de extracto bajo pueden usar varias cosas de energía eléctrica pero su total a pagar seria demasiado”</li> <li>8. “Suele que las personas de estrato alto tienden a consumir mas energía debido a su nivel adquisitivo y no limita su consumo energético”</li> <li>9. “No me parece que solo porque un estudiante sea de estrato alto consuma más energía”</li> <li>10. “Porque las personas con PIB usan la luz con mas consumo a diferencia de otros estratos o estudiantes de universidades o escuelas en mi opinión”</li> <li>11. “puede que las personas con estratos más altos consumen mas energía que los de los extractos más bajos por lo tanto puede que la mayoría de la gente utilice más de lo debido</li> </ol>

Elaboración propia.

Llama la atención el comentario donde se indica que “*Todas las personas deben pensar mas y dejar de malgastar la energía para una mejor ciudad, pais y mundo*”, ya que muestra un pensamiento reflexivo que comprende un ejercicio de ciudadano del mundo, lo cual puede considerar como un indicio que aporta al pensamiento crítico (ver tabla 13).

Gráfica 10. Resultados ítem 3 CCD



Elaboración propia.

La gráfica muestra el cambio frente medidas que consideran más viables para reducir el consumo de electricidad. Es interesante como luego de la SEA, los estudiantes tomaron una posición más definida por el establecimiento de multas y la desaprobación por subir el precio del kilovatio – hora (ver gráfica 10).

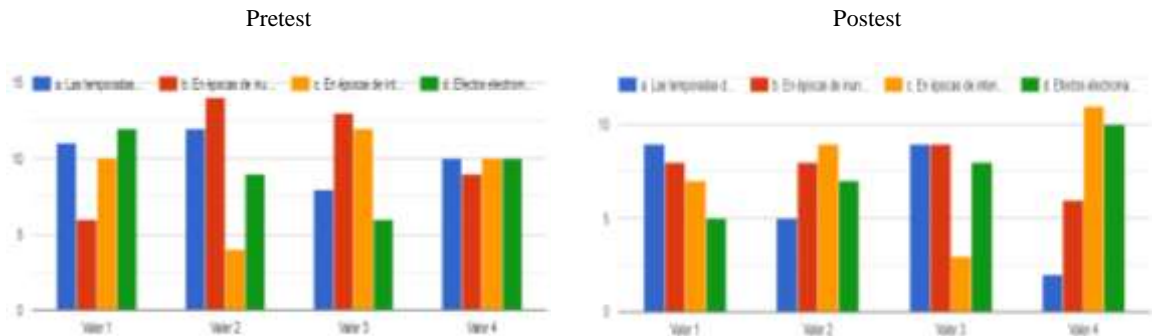
Tabla 14. Observaciones de los estudiantes del ítem 3 CCD

Pretest	1. “claro porque si les ponen multas por un gasto incorrecto hacen que piensen el las cosas”
Postest	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “Que las personas tambien aporten con algo y dejen de malgastarla por que se perjudican a ellos mismo”.</li> <li>2. “creo que deberían hacer que las personas entendieran mejor el daño que hacen y si ya lo entendieron darles una recompensa o algo parecido”.</li> <li>3. “La energía es una cuestión de crisis”</li> <li>4. “Poner multas a lps que se accedan”</li> <li>5. “Multar todas las personas que abusan del servicio”</li> <li>6. “Yo pienso que si vemos que hay un consumo de energía eléctrica demasiado alta en una casa deberían mandar una carta advirtiendo que si se pasan de un debido consumo sera multados, y si después de advertir se pasan de lo normal del consumo eléctrico hacerles la multa”.</li> <li>7. “Crear conciencia ante el consumo de la energía”</li> <li>8. “Subir el precio no sería bueno y multar a las familias que no controlan su consumo es una buena idea”</li> <li>9. “Porque para mi de entre las 4 opciones estimular la reduccion con subsidios seria mas convenienten para las personas no seguir con el alto gasto de voz”</li> <li>10. “puede que haya soluciones pero la mayoría de las personas siguen utilizando mas energia y no muestran cambios en sus pagos”</li> <li>11. “mi opinion sobre el consumo de energia deberia vasarce en las familias menos beneficiadas y darle equidad o igualdad a todas ya que en lo barrios de bajo extracto son perjudicadas mientras la familias de extracto alto por su economia son muy beneficiadas”</li> </ol>

Elaboración propia.

Las observaciones para el ítem 3 verifican lo plasmado en la tabla 14 ya que se ve como después de la SEA, surge un pensamiento marcado por la importancia de la aplicación de multas en los casos de alto consumo de electricidad sin que se afecte el precio del servicio, añaden la importancia de avisar a los usuarios cuando realizan un alto consumo y el uso de términos como equidad e igualdad entre estratos socioeconómicos. Estos ejercicios de reflexión y análisis de la problemática sobre el consumo de electricidad demuestran el potencial que tienen en el fortalecimiento del pensamiento crítico, ya que salen de un razonamiento individual a uno que busca soluciones colectivas de los problemas que se viven en su contexto (ver tabla 14).

Gráfica 11. Resultados ítem 4 CCD



Elaboración propia.

En la gráfica se ilustra como Posterior a la SEA, los estudiantes sienten mayor afinidad por pensar que los fenómenos climáticos afectan los modos de consumo de electricidad causado por el aumento de equipos de refrigeración en épocas de calor y los daños que puede causar los fenómenos electromagnéticos (ver gráfica 11).

Tabla 15. Observaciones de los estudiantes del ítem 4 CCD

Pretest	1. “si es necesario porque las personas en climas fríos suelen calentarse con máquinas que consumen mucha electricidad”
Postest	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “Pues si pero por una parte tambien podemos usar el fenomeno natural que es la luz solar y tener energia sin ningun costo”.</li> <li>2. “Creo que los fenómenos si pueden afectar a el consumo de la energía y la puede afectar mucho y de muchas maneras”.</li> <li>3. “en cada circunstancia se requiere energía”</li> <li>4. “Por aumento de la temperatura se genera mas gasto de energía”</li> <li>5. “Entre mas calor se usa mas el servicio de enegia”</li> <li>6. “Los climas si pueden llegar a afectar ya que si hace mucha calor van a tener que subir la temperatura de su nevera para refrigerar sus bebidas aparte de eso tendrían que utilizar muchos ventiladores y siempre consumiría demasiada energía eléctrica”.</li> <li>7. “Si me parece que los cambios climáticos influyen en la población generando mayor o menor consumo de energía”</li> <li>8. “Los alimentos van a seguir estando fríos solo porque el clima está caliente la nevera va a seguir congelando de la misma manera”</li> <li>9. “Si porque los rayos solares contienen la suficiente energia para generar luz sin necesidad de tener que gastar energia eléctrica”</li> <li>10. “puede que usen elementos que consuman demasiada energía como los ventiladores o calentadores para situaciones pero hay personas que no usan nada de esos elementos pero sus costos son más caros”</li> <li>11. “yo digo que ninguna opcion es valida”</li> </ol>

Elaboración propia.

Nuevamente el postest rebela un mayor grado de motivación por observar sobre las situaciones de consumo, costo y disponibilidad energética donde se evidenció una aceptación por pensar que clima afecta la cultura de consumo de energía y hacen la consideración de que puede utilizarse a favor, cuando los fenómenos naturales son empleados para la generación de energía (ver tabla 15).

Se puede observar que tanto el instrumento como la SEA cautivaron a los estudiantes, generando motivación, toma de conciencia y deseo por participar de forma activa en proyectos que contribuyan al cambio en su relación con el consumo de la energía, fue como un despertar donde se da cuenta sobre la importancia de sus acciones y que sí es posible generar transformaciones desde su cotidianidad en los espacios donde él se desarrolla (casa y colegio principalmente) (Murga, 2015).

Con todo lo anterior es posible identificar que una secuencia de enseñanza aprendizaje SEA, que incita a los estudiantes a la reflexión, análisis, al inconformismo con las acciones cotidianas, que presente nuevos caminos de acción, que le atribuya al estudiante el protagonismo que tiene en su vida y en su formación, visto desde la decisiones y acciones que toma frente a las demandas que el mundo actual y futuro le exigen, mediante información científica y tecnológica que desde un punto de vista interdisciplinar, le permita participar de forma directa en la construcción de su propio entorno, son los elementos principales que inciden en el desarrollo del pensamiento crítico en jóvenes y jovencitas de grado octavo.

## 8. CONCLUSIONES

La aplicación de los instrumentos permitió identificar el nivel de pensamiento crítico de los estudiantes desde tres enfoques distintos: con el primer instrumento (relaciones consumo, costo, disponibilidad energética) se lograron establecer las inclinaciones en la forma de pensar de los estudiantes y los cambios que se lograron generar en beneficio del desarrollo del pensamiento crítico después de la aplicación de la Secuencia de Enseñanza aprendizaje. Es notorio como la adquisición de la información presentada y de las actividades realizadas bajo el enfoque de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) y diseñadas para el desarrollo del PC, generó en los estudiantes cambios en la forma de tomar decisiones y de seleccionar lo que consideran más importante, se logró con ellos mayores grados de reflexión y de comportamiento analítico ya que se incitó a realizarlo utilizando la información y menos desde la emoción.

Con el segundo instrumento (COCTS) fue notorio como el hecho de adquirir nueva información y de intentar acoplarla con nuestro propios juicios de valor determinados por la ética y moral, puede generar toma de decisiones más ingenuas que antes de tenerla, esto se debe a que esta competencia requiere de un ejercicio de análisis basada en un pensamiento sistémico y holístico, por tanto no es raro esperar que personas ilustradas puedan presentar un pensamiento más ingenuo que aquellas que no han tenido acercamiento a temas que relacionan ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Esta conclusión abre camino a nuevas preguntas de investigación que permitan establecer las causas de la situación descrita, ya sea desde las bases mismas de la validación del instrumento o si los cambios culturales inciden en las respuestas o si bien la culturización en las relaciones CTS está afectando la forma de pensar al punto de que se puede llegar a pensamientos más ingenuos tal como lo evidencia este instrumento.

El tercer instrumento (HALPERN) presentó concordancia con el primero; toda vez que en esta prueba se solicitaba al estudiante tomar decisiones para resolver una situación problemática en particular. Nuevamente se obtuvieron resultados positivos ya que es evidente el fortalecimiento del pensamiento crítico a nivel individual y colectivo. Es interesante como la SEA al ofrecer información enfocada en la reflexión y puesta en marcha de energías sostenibles en el marco de la EDS, genera en los estudiantes el fortalecimiento de la capacidad de reflexión y de análisis de la información otorgada en un problema, antes de emitir decisiones reflejada en la forma de actuar para resolverlo.

La SEA por su parte fue el accionar pedagógico más importante de este proyecto, conformada de seis estrategias de trabajo (Extraer, Envolver, Explorar, Explicar, Elaborar y Extender) que se enmarcan en las siete E, no se ejecutó la última estrategia que se denomina (Evaluar). En la aplicación de la primera estrategia se obtuvo la información

necesaria para el cumplimiento del primer objetivo específico. En la segunda se consiguió la motivación de los estudiantes aplicando la analogía como una herramienta pedagógica que permitió utilizar el mundo de los súper héroes para introducir el concepto de fuerza, trabajo y energía, En la siguiente los estudiantes obtuvieron información sobre energías convencionales y principalmente sostenibles que les mostraron nuevas formas de obtener energía y los acercó ante la posibilidad de ser artífices de buscar sus propias fuentes de energía. La información otorgada se convirtió en argumentos que ellos elaboraban entorno al concepto de sostenibilidad extendido posteriormente al concepto de sostenibilidad energética y la viabilidad para aplicar energías alternativas en el colegio.

Las evidencias obtenidas con la presente investigación permiten afirmar que la construcción de SEA inspiradas en los cuatro prismas de la EDS (integradora, contextual, crítica y transformativa) pueden promover en los estudiantes el desarrollo del pensamiento crítico, la cual a su vez se puede extender a todas las competencias que demanda la EDS, que finalmente forjan un impacto importante en los intereses de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, ya que fomenta la formación de estudiantes más reflexivos y analíticos de la información y de los conocimientos que los rodea al punto de ser potenciadores de verdaderos cambios en la forma de accionar ante su entorno, mediante decisiones pensadas de una manera colectiva, en la búsqueda de contribuir a la sostenibilidad en la sociedad y el ambiente.

Para finalizar se concluye que la SEA basada en la estrategia de las 7E y fundamentada en los principios de la EDS en torno al tema de consumo y producción de energía, incidió en el desarrollo de pensamiento crítico de los estudiantes participantes de esta investigación. En cuanto a los objetivos específicos se logró la formulación de la SEA, la identificación de concepciones y opiniones frente a la ciencia y la aprobación por parte de pares del instrumento que establece relaciones entre consumo, costo y disponibilidad energética, más aún se requiere la validación por parte de expertos y la aplicación de pruebas estadísticas que contribuyan con su fiabilidad.

## 9. RECOMENDACIONES

Para efectos de próximas investigaciones, se hace deseable someter el instrumento de relaciones consumo, costo y disponibilidad energética (CCD) a otro concepto de expertos y la aplicación de pruebas que den cuenta de su fiabilidad y validez (ver anexo 1), de conformidad con la población objeto, para efectos de adaptación.

Es de aclarar que a la secuencia de enseñanza aprendizaje que se presenta en este trabajo de investigación, surge como un elemento metodológico centrado en la 7E que a lo largo de su aplicación mostró ser también un instrumento de recolección de información. Por tanto, esta SEA amerita pruebas piloto, en contextos específicos, y la revisión de expertos que permitan una correlación más profunda con los intereses y objetivos de futuras investigaciones.

## 10. PROSPECTIVAS DE ESTA INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación sondea y descubre posibilidades para la implementación de otros procesos de investigación futuros, bajo el propósito de:

- Incrementar el grado de familiaridad del investigador con los eventos que se desean investigar para lograr posteriormente estudios más profundos y estructurados.
- Conseguir delimitaciones más precisas del tema, con el fin de obtener preguntas más específicas para futuras investigaciones.
- Esclarecer conceptos o identificar relaciones o indicios para tener mayor precisión en los eventos a estudiar.
- Identificar preferencias para futuros procesos investigativos.
- Obtener información acerca de probables actividades a ser aplicadas en investigaciones más profundas.
- Seleccionar más fácilmente técnicas de recolección de datos y la elaboración de instrumentos más precisos con la intencionalidad del estudio.
- Elaborar censo de nuevas preguntas de investigación a considerar como más urgentes y definir prioridades para próximas investigaciones (Hernández Sampieri, 1991., Namakforoosh, 1995., Seltiz, 1971. en Hurtado, 2000).

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Alzate, O. E. T. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4138/413835215010.pdf>
- Beltrán Beltrán, N. E. (2018). *Secuencia de enseñanza aprendizaje (sea): estrategia para fortalecer los comportamientos proambientales en los niños del grado cuarto de la institución educativa departamental bicentenario sede San Andrés del municipio de Funza*. (Tesis de maestría), Universidad de Ciencia Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia.
- Berenguer Húngaro, M. T. M., José, J., & Deas Yero, D. (2006). El reciclaje, la industria del futuro. *Ciencia en su PC*, 7(3), 1-8. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181322792005>
- British Petroleum, B. P. (2013). BP Statistical Review of World Energy June 2013. British Petroleum June.
- Camargo, L. A., Arboleda, M. N., & Cardona, E. (2013). Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible. *Boletín virtual XM*. Compañía Expertos en Mercados, filial de ISA, Colombia. Recuperado de [https://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia\\_Feb2013.pdf](https://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia_Feb2013.pdf)
- Cardona, C. J. F., Henao, J. D. V., & Morales, Y. O. (2008). Caracterización de la demanda mensual de electricidad en Colombia usando un modelo de componentes no observables. *Cuadernos de Administración Bogotá*, 21(36), 221-235. Recuperado de [file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/3945-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13975-1-10-20121115%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/3945-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13975-1-10-20121115%20(1).pdf)
- Córdoba, (2007). Capacidades y Libertades “una aproximación a la teoría de Amartya Sen”. *Revista Internacional de Sociología*, 65(47), 9-22. Recuperado de <file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/50-50-1-PB.pdf>
- Cunningham, R. E. (Agosto 2003). La Energía, historia de sus fuentes y transformación. *Petrotecnia*, 52-60.
- Eisenkraft, A. (2003). ‘Expanding the model 5E’. *The Science Teacher*, 70(6), 57-59.
- Ennis, R. H. (1962). A concept of critical thinking. *Harvard Educational Review*, 32(1), 81-111.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. En J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Series of books in psychology. Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York: Freeman.

- Ennis, R. H. (1987). Critical thinking and the curriculum. Thinking skills instruction: Concepts and techniques, 40-48.
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational researcher*, 18(3), 4-10.
- Escobar, (2007). *La Invención del Tercer Mundo “construcción y deconstrucción del desarrollo”*. 1ª ed. Caracas, Venezuela: El perro y la Rana.
- Espejo Marín, C. (2010). Los nuevos paisajes de la energía solar: las centrales termosolares. *Revista de Climatología, Meteorología y paisaje*, 25, 65-91.
- Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?. *Insight Assessment*, 23, 11-27.
- Fernández, P. (1993). Energía eólica. Universidad de Cantabria. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética, p.136
- García Henao, L. (2011). Teoría del desarrollo sostenible y legislación ambiental colombiana. Una reflexión cultural. *Revista de Derecho*, 20(20).
- Gudynas, (2011). Debates sobre el desarrollo y sus alternativas en América Latina: Una breve guía heterodoxa, pp 21-53, En "Más allá del desarrollo", Grupo Permanente de Trabajo sobre Alternativas al Desarrollo. M. Lang y D. Mokrani, eds. Fundación Rosa Luxemburgo y AbyaYala, Quito.
- Giddens, A. (2000). Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas. Grupo Santillana de Ediciones, S. A. Madrid.
- Guerrero, L. (2017). *Revisión de las energías alternativas aplicadas en colegios y su influencia en la educación ambiental colombiana*. Proyecto para obtener el título de Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- Hawking, S. W., & Ortuño, M. (1988). Historia del tiempo (Vol. 21). Editorial Crítica.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5a ed. México: Mc Graw Hill.
- Jusino, Á. R. V. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico *Perspectivas psicológicas*, 4(4), 35-42.
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad y poder*. México: Siglo XXI editores.
- Leff, E. (2003). *Racionalidad Ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. México: Siglo XXI editores.
- Leff, Enrique y Bastida, Mindahi (coords.) 2001 Comercio, medio ambiente y desarrollo sustentable. Las perspectivas de América Latina y el Caribe (México DF:

- PNUMA/CEIICHUNAM) Serie Foros y Debates Ambientales N° 2, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Leff, E. (2002). “La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza”. En *La guerra infinita. Hegemonía y terror mundial*, editado por Ana Esther Ceceña y Emir Sader. Buenos Aires: Clacso/asdi: 191-216
- López, A. G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, (22), 41-60.
- Manassero–Mas, A., Bennàssar, R., Ortiz, S., & Moralejo, R. (2013). Innovar la educación en ciencias a través de enseñar y aprender acerca de la naturaleza de ciencia y tecnología. *X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Congreso llevado a cabo en Girona, España.
- Medina, S. Y García, J. (2005). ‘Predicción de demanda de energía en Colombia mediante un sistema de inferencia difuso neuronal’. *Revista Energética*, 33, 15-24.
- Murcia, H. R. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería*, (28), 83-89.
- Morales, M., Torres, D., García, G., Villanueva, M., Bravo, S., Castro, M. T., & Canfux, V. (2006). Estrategia para la educación ambiental en los laboratorios de la carrera de licenciatura en Química. *Revista Cubana de Química*, 18(2), 214-220.
- Murga-Menoyo, M. Á. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55-83.
- Neef, M., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1993). *Desarrollo a escala humana. Una opción para el futuro*. Chile: Cepaur Fundacion Dag Hammarskjold.
- Paul, R., & Elder, L. (2003). *La mini-guía para el pensamiento crítico, conceptos y herramientas*. California: Fundación para el pensamiento crítico.
- Quintero-González, J. R., & Quintero-González, L. E. (2016). Sistemas de producción y potencial energético de la energía mareomotriz. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(1), 39-45.
- Vázquez, A. Manassero, M. Bennàssar, R. (2013). Secuencias de Enseñanza - Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología.
- Vázquez-Alonso, Á., & Rodríguez Cruz, A. M. (2014). Formación del profesorado en naturaleza de la ciencia mediante investigación-acción. *Praxis & Saber*, 5(9), 165-188.
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Bennàssar-Roig, A. J. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental con perspectiva latina. *Interacções*, 11(34).

Villarreal, A. I. (2007). Perspectivas de la situación energética mundial. Las oportunidades para Colombia. *Revista de Ingeniería*, (25), 74-95.

Woolfson, M. M. (2000). The origin and evolution of the solar system. CRC Press.

## 12. ANEXOS

### 12.1. ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RELACIONES CONSUMO, COSTO Y DISPONIBILIDAD ENERGÉTICA (CCD)

Lea el enunciado y las cuatro afirmaciones que cada una le ofrecerá. Luego asigne un puntaje de 1 a 4 a cada una de las afirmaciones en relación al grado de aceptación que tenga con cada una de ellas donde uno obedece a en desacuerdo con la afirmación y 4 total acuerdo. No debe repetir el número asignado a cada afirmación y debe llenar todas las casillas.

1. El consumo energético en países de América Latina obedece primero que todo a los imaginarios que los consumidores tengan sobre cómo se obtiene, su disponibilidad y el costo a pagar por usarla. Frente a lo anterior se puede deducir que los estudiantes de las instituciones educativas en Bogotá consumen más energía eléctrica de forma irresponsable porque.
  - a. No conocen su procedencia.
  - b. No conocen su disponibilidad.
  - c. No conocen el costo a pagar por ella.
  - d. No hay otra alternativa energética viable en el centro educativo.

Conteste de la 2 a la 4 según lo siguiente.

Según Cardona 2008, para “el caso colombiano se ha encontrado que la demanda es dependiente del producto interno bruto (PIB), de las tarifas de energía y del crecimiento de la población (UPME, 2004). Medina y García (2005) postulan que la demanda también depende del consumo de ACPM y de gas natural así como de fenómenos climáticos extremos”.

2. De acuerdo con el Banco de la República de Colombia, el PIB (producto interno bruto) “es el total de bienes y servicios producidos en un país durante un período de tiempo determinado. Incluye la producción generada por nacionales residentes en el país y por extranjeros residentes en el país, y excluye la producción de nacionales residentes en el

exterior”. Por tanto es razonable pensar que los países que más producen bienes y servicios consumen más energía, lo que a nivel domiciliario demuestra que:

- a. Las familias con mayor PIB tienen a consumir más energía eléctrica domiciliar reflejada en el pago de facturas más altas.
  - b. Los estudiantes de estratos altos consumen más electricidad que los de estratos más bajos.
  - c. Se tengan años en Colombia donde se aumenta el consumo de energía por persona y otros donde disminuya.
  - d. El PIB es solo un indicador socioeconómico que NO presenta la información necesaria para poder concluir sobre la cultura de consumo energética en un territorio determinado
3. Dentro de las leyes de la economía se establece que el estado es el encargado de regular las tarifas de los servicios públicos, por tanto las medidas que considera más viables para reducir el consumo de electricidad podrían ser:
- a. Subir el precio del kilovatio - hora
  - b. Estimular la reducción con subsidios cuando las personas demuestren consumo responsable
  - c. Multar las familias y las empresas que evidencien consumo descontrolado
  - d. Permitir un libre mercado en el suministro del servicio eléctrico con el fin que la competencia regule los precios y el consumo.
4. Los fenómenos de cambio climático son eventos naturales que generan cambios en el comportamiento de las personas, se puede considerar que se puede afectar la cultura hacia el consumo energético, cuando:
- a. Las temporadas de frío obligan al uso de más electricidad y combustibles
  - b. En épocas de inundación las hidroeléctricas realizan cortes de energía con el fin de evitar daños estructurales
  - c. En épocas de intenso calor se consume mayor cantidad de electricidad para mantener refrigerados los alimentos y aumenta el uso de ventiladores, aire acondicionado.
  - d. Efectos electromagnéticos generan apagones a gran escala

## HOJA DE RESPUESTAS

Lea el enunciado y las cuatro afirmaciones que cada una le ofrecerá. Luego asigne un puntaje de 1 a 4 a cada una de las afirmaciones en relación al grado de aceptación que tenga con cada una de ellas donde uno obedece a en desacuerdo con la afirmación y 4 total acuerdo. No debe repetir el número asignado a cada afirmación y debe llenar todas las casillas.

1. El consumo energético en países de América Latina obedece primero que todo a los imaginarios que los consumidores tengan sobre cómo se obtiene, su disponibilidad y el costo a pagar por usarla. Frente a lo anterior se puede deducir que los estudiantes de las instituciones educativas en Bogotá consumen más energía eléctrica de forma irresponsable porque.

a.	b.	c.	d.
----	----	----	----

2. De acuerdo con el Banco de la República de Colombia, el PIB (producto interno bruto) “es el total de bienes y servicios producidos en un país durante un período de tiempo determinado. Incluye la producción generada por nacionales residentes en el país y por extranjeros residentes en el país, y excluye la producción de nacionales residentes en el exterior”. Por tanto es razonable pensar que los países que más producen bienes y servicios consumen más energía, lo que a nivel domiciliario demuestra que:

a.	b.	c.	d.
----	----	----	----

3. Dentro de las leyes de la economía se establece que el estado es el encargado de regular las tarifas de los servicios públicos, por tanto las medidas que considera más viables para reducir el consumo de electricidad podrían ser:

a.	b.	c.	d.
----	----	----	----

4. Los fenómenos de cambio climático son eventos naturales que generan cambios en el comportamiento de las personas, se puede considerar que se puede afectar la cultura hacia el consumo energético, cuando:

a.	b.	c.	d.
----	----	----	----

## 12.2. ANEXO 2. PRUEBA DE COCTS

### Presentación

La ciencia y la tecnología son componentes esenciales del mundo actual, caracterizadas por su relación mutua y su intensa influencia sobre la sociedad y los individuos, a través de sus creaciones teóricas y sus aportaciones técnicas.

Este cuestionario anónimo pretende conocer sus opiniones acerca de distintos aspectos concretos e importantes sobre la ciencia y la tecnología en el mundo actual. Para ello, se presentan un conjunto de cuestiones que deben ser respondidas por usted de acuerdo con unas normas sencillas. Las cuestiones pretenden, simplemente, establecer su opinión sobre los temas que plantean, a través de su valoración de todas las opciones en cada cuestión.

Todas las cuestiones tienen la misma estructura: un texto inicial que plantea un problema y va seguido de una lista de frases que representan diferentes opiniones posibles al problema planteado, y que están ordenadas y etiquetadas sucesivamente con una letra (A, B, C, D, etc.).

Estas cuestiones no son un examen usual, donde existe una respuesta correcta y el resto son opciones equivocadas; todas las opciones pueden tener aspectos positivos en distinta medida.

Por favor, lea con atención y responda sinceramente cada cuestión, valorando su grado de acuerdo personal con cada una de las frases, expresado en una escala de 1 a 9, con los siguientes significados:



En caso que no pueda manifestar su opinión en alguna frase escriba E o S según la razón de no responder: E. No entiendo la frase. S. No sé lo suficiente para valorar la frase.

Escriba el número de 1 a 9 que representa su opinión a la izquierda de la letra de cada frase. Lo importante de sus respuestas es que el número de 1 a 9 asignado a cada frase represente exactamente su opinión sobre esa frase. Puede repetir el mismo número de valoración en distintas frases de una misma cuestión si lo desea.

90111 Las observaciones científicas hechas por científicos competentes serán distintas si éstos creen en diferentes teorías.

- a. Sí, porque los científicos harán experimentos diferentes y verán cosas distintas.
- b. Sí, porque los científicos pensarán de manera diferente y esto alterará sus observaciones.
- c. Las observaciones científicas no diferirán mucho aunque los científicos creen en teorías diferentes. Si éstos son realmente competentes sus observaciones serán similares.
- d. No, porque las observaciones son tan exactas como sea posible. Así es como la ciencia ha sido capaz de avanzar.
- e. No, las observaciones son exactamente lo que vemos y nada más; son los hechos.

90411 Aunque las investigaciones científicas se hagan correctamente, el conocimiento que los científicos descubren con esas investigaciones puede cambiar en el futuro. El conocimiento científico cambia:

- a. porque los científicos más jóvenes desaprueban las teorías o descubrimientos de los científicos anteriores. Hacen esto usando nuevas técnicas o instrumentos mejorados para encontrar factores nuevos pasados por alto antes, o para detectar errores en la investigación original “correcta”.
- b. porque el conocimiento viejo antiguo es reinterpretado a la luz de los nuevos descubrimientos; por tanto, los hechos científicos pueden cambiar.
- c. El conocimiento científico PARECE cambiar porque puede ser distinta la interpretación o la aplicación de viejos hechos; pero los experimentos realizados correctamente producen hechos invariables.
- d. El conocimiento científico PARECE cambiar porque el nuevo conocimiento se añade sobre el anterior; el conocimiento antiguo no cambia.

90521 Cuando se desarrollan nuevas teorías o leyes, los científicos necesitan hacer algunas suposiciones sobre la naturaleza (por ejemplo, que la materia está hecha de átomos). Estas suposiciones tienen que ser verdaderas para que la ciencia progrese adecuadamente.

Las suposiciones TIENEN QUE SER verdaderas para que la ciencia progrese:

- a. porque se necesitan suposiciones correctas para tener teorías y leyes correctas. En caso contrario los científicos perderían mucho tiempo y esfuerzo empleando teorías y leyes erróneas.
- b. en caso contrario la sociedad tendría serios problemas, como una inadecuada tecnología y productos químicos peligrosos.
- c. porque los científicos hacen investigación para probar que sus suposiciones son verdaderas antes de continuar con su trabajo.
- d. Depende. A veces la ciencia necesita suposiciones verdaderas para progresar. Pero a veces la historia ha demostrado que se han hecho grandes descubrimientos refutando una teoría y aprendiendo de sus suposiciones falsas.
- e. No es necesario. Los científicos tienen que hacer suposiciones, verdaderas o no, para iniciar un proyecto. La historia ha demostrado que los grandes descubrimientos se han hecho refutando una teoría y aprendiendo de sus suposiciones falsas.
- f. Los científicos no hacen suposiciones. Investigan una idea para averiguar si es verdadera. No suponen que sea verdad

90621 Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.

- a. El método científico asegura resultados válidos, claros, lógicos y exactos. Por tanto, la mayoría de los científicos seguirán las etapas del método científico.
- b. El método científico, tal como se enseña en las clases, debería funcionar bien para la mayoría de los científicos.
- c. El método científico es útil en muchos casos, pero no asegura resultados. Por tanto, los mejores científicos también tendrán originalidad y creatividad.
- d. Los mejores científicos son aquellos que usan cualquier método para obtener resultados favorables (incluyendo la imaginación y la creatividad).
- e. Muchos descubrimientos científicos fueron hechos por casualidad, y no siguiendo el método científico.

91121 Los científicos de diferentes campos ven una misma cosa desde diferentes puntos de vista (por ejemplo, H<sup>+</sup> hace que los químicos piensen en acidez y los físicos piensen en

protones). Esto quiere decir que una idea científica tiene diferentes significados, dependiendo del campo en que trabaja el científico.

Las ideas científicas pueden tener DIFERENTES significados en diversos campos:

- a. porque las ideas científicas pueden ser interpretadas de manera diferente en un campo que en otro.
- b. porque las ideas científicas pueden ser interpretadas de manera diferente, dependiendo del punto de vista de cada científico particular o de lo que ya conoce. Las ideas científicas tienen el MISMO significado en todos los campos:
- c. porque la idea se refiere al mismo objeto real de la naturaleza, independientemente del punto de vista que tenga el científico.
- d. porque todos los campos de la ciencia están estrechamente relacionados entre sí.
- e. para permitir la comunicación entre científicos de diferentes campos. Los científicos deben estar de acuerdo en el uso de los mismos significados.

### 12.3 ANEXO 3. TEST DE HALPERN (S21 A S25)

#### SITUACIÓN 21.

*Supón que eres un estudiante de primer curso (año) en una escuela de Odontología (dentista). Te das cuenta de que tu nueva amiga, que también es estudiante de primer curso en la misma escuela, se emborracha varias veces por semana. Tú no observas ninguna señal de su problema con la bebida en la escuela, pero te afecta, porque los dos juntos empezaréis a ver pacientes en la clínica dental de la escuela dentro de un mes. Ella no ha respondido a tus insinuaciones acerca de su problema con la bebida. Por lo que tú sabes, nadie más se ha enterado de que bebe.*

Considerando estos hechos, valora la calidad de cada una de las siguientes afirmaciones del problema mediante una escala de 1 a 7 con los siguientes significados:

Afirmación del problema extremadamente pobre	Afirmación del problema muy pobre	Pobre afirmación del problema	Afirmación del problema de calidad media	Buena afirmación del problema	Muy buena afirmación del problema	Excelente afirmación del problema
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

	1. Tu amiga puede causar daño a los pacientes si está bebida.
	2. Eres el único que conoce su problema con la bebida.
	3. Los padres de tu amiga no conocen su problema con la bebida.

	4. Necesitas un modo mejor de advertirle sobre su hábito de beber.
	5. Tu amiga puede fracasar en la escuela si continúa bebiendo.
	6. Tu amiga puede perjudicarse a sí misma si continúa bebiendo.
	7. Te sientes responsable por el problema de tu amiga con la bebida

## SITUACIÓN 22.

*Tu médico de familia te ha dicho que tienes una enfermedad grave y que deberías empezar a tomar un medicamento que se está experimentando y que puede ser eficaz. Como se encuentra en fase experimental, no se conocen todos los riesgos, pero con seguridad te dará sueño y como consecuencia, no podrás conducir. Esto te crea un gran problema, pues donde tú vives no llega el transporte público.*

Más abajo se enumeran algunas acciones que puedes plantearte para ayudarte a tomar una buena decisión. Valora la importancia de cada una de ellas en función de la influencia sobre tu decisión. Utiliza una escala de 7 puntos como la siguiente:

nada importante	muy poco importante	algo importante	moderadamente importante	importante	muy importante	extremadamente importante
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

	1. Busca la opinión de un amigo que esté siguiendo otro tratamiento para el mismo problema.
	2. Verifica el diagnóstico con una segunda opinión independiente.
	3. Infórmate de qué sucedería si no tomas el medicamento experimental.
	4. Recaba información sobre los riesgos a largo plazo asociados al medicamento.
	5. Infórmate sobre tratamientos alternativos.
	6. Averigua si el seguro de tu auto cubre los gastos de un accidente, en el caso de que te quedes dormido mientras conduces
	7. Indaga qué sucede si tu problema de salud no recibe tratamiento.
	8. Averigua si es posible vencer los efectos del sueño con otro medicamento.
	9. Averigua si puedes conseguir un permiso de conducir con un nombre falso.
	10. Infórmate sobre el tiempo que tienes que estar tomando este medicamento.

## SITUACIÓN 23.

*Estás haciendo un examen en tu clase de física y te encuentras con un problema para el que no hallas la solución.*

Más abajo encontrarás enumeradas algunas soluciones que puedes adoptar. Valora la calidad de las mismas.

**Utiliza una escala de 7 puntos como la siguiente:**

Solución extremadamente pobre	Solución muy pobre	Solución pobre	Solución de calidad media	Solución buena	Solución muy buena	Solución excelente
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

	1. Entrega el examen en blanco porque no puedes resolver el problema.
	2. Escribe cualquier cosa con la esperanza de que pueda ser correcto.
	3. Realiza el resto del examen y vuelve a intentar resolver el problema después.
	4. Comienza por pensar sobre soluciones disparatadas, imaginativas, con la esperanza de que se adapten al problema.
	5. Piensa sobre otros problemas parecidos a éste.
	6. Escribe una nota grosera al profesor por poner un problema difícil.
	7. Piensa en los temas que entran para el examen.
	8. Comienza a trazar una representación para el problema.

## SITUACIÓN 24. PARTE 2

*Supón que estás cuidando de perro de tu vecino y una de las tareas que tienes que hacer es darle una pastilla voluminosa y aparentemente amarga. Se trata de un perro de presa grande que mordió a un niño el año pasado. ¿Cómo te las arreglarías para darle la medicina?*

Más abajo encuentras enumeradas algunas soluciones que puedes adoptar. Valora la calidad de las mismas.

**Utiliza una escala de 7 puntos como la siguiente:**

Solución extremadamente pobre	Solución muy pobre	Solución pobre	Solución de calidad media	Solución buena	Solución muy buena	Solución excelente
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

	1. Abre con una palanca la boca del perro e introdúcele la pastilla tan adentro
--	---

	como puedas.
	2. Finges olvidarlo y no le das la medicina.
	3. Llama al veterinario y pregúntale cómo lograr que el perro tome la medicina.
	4. Mezcla la pastilla con una golosina y comida sabrosa para el perro.
	5. Llama al vecino y pregúntale qué hacer.
	6. Deja la pastilla en el suelo y espera a que el perro la coma.

## SITUACIÓN 25. PARTE 2.

*Te han contratado para mejorar la productividad y el nivel general de satisfacción con el trabajo en una cadena de montaje de automóviles sin aumentar los costos. Descubres que el entusiasmo de los trabajadores es muy bajo desde hace un año y parece seguir así en este momento. Hay una ola de calor que está afectando al trabajo de todos y hace que los empleados vayan más despacio rompiendo el ritmo de la cadena de montaje.*

Más abajo encuentras enumeradas algunas soluciones que puedes adoptar. Valora la calidad de las mismas.

**Utiliza una escala de 7 puntos como la siguiente:**

Solución extremadamente pobre	Solución muy pobre	Solución pobre	Solución de calidad media	Solución buena	Solución muy buena	Solución excelente
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

	1. Pinta la sala de un color alegre.
	2. Despide al que se queje del calor.
	3. Averigua lo que vale la instalación de aire acondicionado.
	4. Pide sugerencias a los empleados.
	5. Programa de turnos de noche, que hace menos calor.
	6. Despide a los trabajadores y automatiza la planta.
	7. Acelera la cadena de montaje para pillar a los trabajadores perezosos.
	8. Traslada la planta a un clima más fresco.

## 12.4 ANEXO 4. ACTIVIDADES DE LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE (SEA)

### Actividad 1.1

Conformación de grupos de debate de cuatro estudiantes (10 grupos aproximadamente), con el fin de discutir y analizar entorno a las siguientes preguntas orientadoras:

1. ¿Cuál es el origen de los poderes que presenta el personaje principal?

---

---

---

2. ¿Se puede recrear en el mundo real el origen de esos poderes? Sí: ¿Cómo? No: ¿Por qué?

---

---

---

3. ¿Qué limitaciones presenta la fuente de esos poderes?

---

---

---

4. ¿Cuál es la debilidad de los superhéroes analizados?

---

---

---

### Actividad 1.2

Individualmente los estudiantes completan las siguientes tablas:

<b>Personaje</b>	<b>Poder</b>	<b>Fuente</b>	<b>debilidad</b>	<b>Límite del poder</b>

<b>Tipo de energía</b>	<b>Fuente</b>	<b>Inhibición</b>	<b>¿Renovable?</b>
<b>Solar</b>			
<b>Eólica</b>			
<b>Hídrica</b>			
<b>Nuclear</b>			
<b>Geotérmica</b>			
<b>Mareomotriz</b>			

<b>Petróleo</b>			

**Actividad 2**

1. Complete

<b>Cómo aprovecha una turbina eléctrica la energía cinética del</b>	
<b>Agua</b>	
<b>Viento</b>	

2. Utilice palabras clave asignadas para completar los espacios

**Cuál es el principio científico que se aplica en:**

Generación de electricidad en una turbina

---

Energía nuclear

---

Celdas solares

---

Energía generada por el movimiento de masa

---

Energía geotérmica

---



### Actividad 3.1

1. Utilice las siguientes convenciones para explicar la transformación de la energía que se presenta en el aprovechamiento de las diferentes fuentes de energía.

$E_c$  = Energía cinética

$E_e$  = Energía eléctrica

$E_p$  = Energía Potencial

$R_a$  = Radiación

$E_{cal}$  = Energía Calórica

$E_{sol}$  = Energía del sol

$E_{ato}$  = Energía atómica

$\rightarrow$  = Transformación

Ejemplo:

Hydroeléctrica:  $E_p \rightarrow E_c \rightarrow E_e$

Resolver:

Fotovoltaica:

Nuclear:

Geotérmica:

Combustibles:

Mareomotriz:

Eólica:

2. aplique el concepto de sostenibilidad energética para seleccionar la fuente de energía alternativa factible a aprovechar en: (argumente su respuesta)

Su casa:

El colegio:

En Bogotá

### Actividad 3.2

Utilice los datos encontrados en el recibo de la luz para hacer conversiones de Kwh a Julios y Kcal

	<b>Kwh</b>	<b>Julios</b>	<b>Kcal</b>
Factor de conversión aplicado			

### Actividad 4.1

Construir una celda solar casera

Materiales que deben traer a la clase (grupos de máximo 4 estudiantes)

20 diodos serie 4001 o 4004

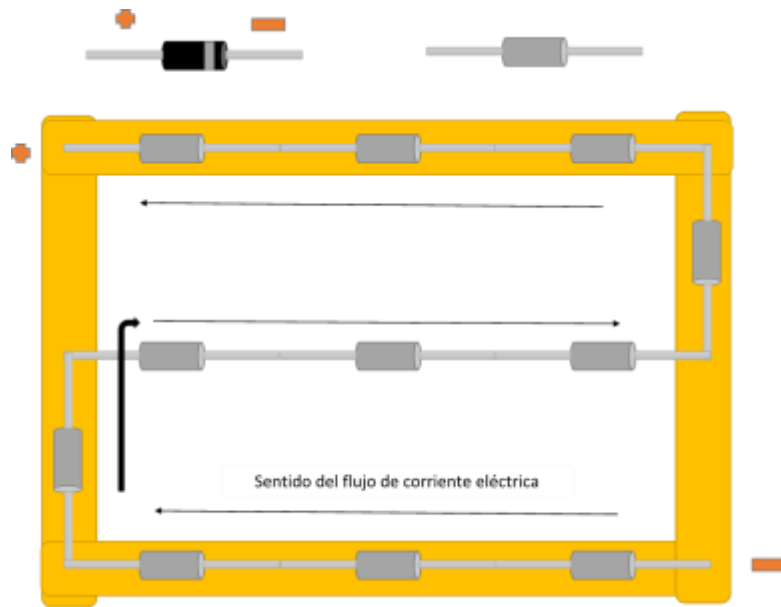
10 palitos de paleta

Pinzas (corta frio)

Silicona

Multímetro

Caimanes para electrónica



1. Realice el montaje de acuerdo con la gráfica
2. Realice lecturas de voltaje, corriente y registre en la siguiente tabla:

Modelo inicial

Hora	Voltaje mV	Corriente mA
1:00pm		
2:30pm		
4:30pm		

## Actividad 4.2

1. Elabore un modelo con su respectiva explicación sobre los cambios que considera pertinentes para mejorar el rendimiento de la celda
2. Construya la nueva celda y registre las lecturas en la tabla:

Celda mejorada

<b>Hora</b>	<b>Voltaje mV</b>	<b>Corriente mA</b>
<b>1:00pm</b>		
<b>2:30pm</b>		
<b>4:30pm</b>		

3. escriba un párrafo describiendo lo logrado, incluyendo unas recomendaciones finales.
4. Seleccionar la celda con mejores lecturas con el fin de replicarla y conectar las celdas suficientes para cargar un celular.

## Actividad 5.1

¿Cuáles son los elementos mínimos que debe contener un estudio de viabilidad en un proceso de inversión sostenible?

---

---

---

---

---

---

---

---

**Actividad 5.2**

¿Cuáles de estos elementos son necesarios para elaborar un estudio de viabilidad para la aplicación de energía fotovoltaica en el colegio?

---

---

---

---

**Actividad 5.3**

¿Cuál es el debido proceso para presentar una propuesta de aprovechamiento energético en el colegio?, según el manual de procedimientos del mismo

---

---

---

---

---

---