



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**

**TITULACIÓN DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**Diseño de un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía  
solar en todas sus formas, orientado al segmento K12 – K14.**

**TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN**

**AUTORES:** Chica Muñoz, Freddy Javier  
Navas Poma, María Soledad

**DIRECTOR:** Jaramillo Pacheco, Jorge Luis, Ing.

**LOJA – ECUADOR**

**2014**

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

Ingeniero.

Jorge Luis Jaramillo Pacheco

DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: "Diseño de un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, orientado al segmento K12 – K14", realizado por Freddy Javier Chica Muñoz y María Soledad Navas Poma; ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, febrero de 2014

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Nosotros, Chica Muñoz Freddy Javier y Navas Poma María Soledad, declaramos ser los autores del presente trabajo de fin de titulación: Diseño de un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, orientado al segmento K12 – K14, de la Titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones siendo el Ingeniero Jorge Luis Jaramillo Pacheco director del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaramos conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Autor: Chica Muñoz, Freddy Javier

Cédula: 1104386444

f.....

Autora: Navas Poma, María Soledad

Cédula: 1105025215

## DEDICATORIA

A mi madre, por ser mi mejor amiga, mi ejemplo de vida y superación, por darme la mano en aquellos momentos cuando más lo necesitaba, por tu amor eterno, este logro te lo dedico con mucho cariño. A mi padre, por apoyarme siempre, a pesar de nuestra distancia, siento que estás conmigo, y aunque nos faltaron cosas por vivir juntos, sé que este momento es importante para ti como lo es para mí. De manera muy especial, a mí querida abuelita, mi segunda madre, por inculcarme los mejores valores y hábitos, para lograr todos los objetivos en mi vida; este es el resultado de todo tu amor. A mi tío Marco, que muchas de las veces ha ocupado el papel de un padre, por sus buenos deseos y consejos que me han ayudado a salir siempre adelante. A mis hermanos, por ser mi motivación constante, por sus buenos sentimientos, de ustedes he aprendido mucho. A mi familia, amigos, y esas personas importantes en mi vida, que siempre han estado dispuestas a ofrecerme toda su ayuda.

Freddy

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por brindarme tantas bendiciones. A mi madre y mi abuelita, las mujeres más fuertes; este trabajo con todo cariño para ustedes, han sido ejemplo de amor, paciencia y coraje, dándome fuerzas para cumplir mis metas y sueños. A mi padre, por creer en mí, por ser mi soporte incondicional, gracias por sus consejos y afecto. A mi hermano, por su amistad, complicidad y ayuda en todo momento. A mis primas, que son como mis hermanas, a pesar de estar lejos siempre las tengo en mi corazón. A toda mi familia y amigos ¡Gracias!, sin su presencia, mi vida no sería igual.

María Soledad

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la UTPL por la formación que en ella recibimos, y, por el apoyo económico y humano para el desarrollo de nuestro proyecto.

Nuestros sincero y especial agradecimiento al Ing. Jorge Luis Jaramillo, quien muy acertadamente dirigió nuestra tesis, por sus consejos y amistad.

María Soledad y Freddy

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	xvii
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS .....	4
CAPÍTULO 1 .....	5
1. FORMACIÓN NO REGLADA EN EL SEGMENTO K12-K14, PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR: ESTADO DEL ARTE.....	5
1.1.    Introducción.....	6
1.2.    Recursos disponibles para formación no reglada en el aprovechamiento de energía solar, orientados a chicos con edades en el segmento k12 – k14 .....	6
1.2.1.    Kits disponibles.....	6
1.2.1.1.    Terra Nova. ....	6
1.2.1.2.    Deluxe Solar Educational Kit.....	7
1.2.1.3.    Thames & Kosmos Power House Sustainable House Education Kit. ....	7
1.2.1.4.    Equipo completo de prácticas de energías renovables. ....	7
1.2.1.5.    Kit de energía solar Solartec-30. ....	7
1.2.1.6.    Horizon, Kit educativo de energías renovables.....	7
1.2.2.    Entrenadores disponibles. ....	8
1.2.2.1.    Entrenador Energía Solar Solartec-70.....	8
1.2.2.2.    Entrenador Energía Solar Térmica Termotec- 220.....	8
1.2.2.3.    Sistema de Entrenamiento en Energía Térmica Solar Modelo 46121. ....	8
1.2.2.4.    Solar Bench Test Panel. ....	8
1.2.2.5.    Monocrystalline Silicon Solar Panel. ....	8
1.2.2.6.    Solar Power Laboratory (Off-grid systems).....	9
1.2.3.    Guías didácticas disponibles.....	9
1.2.3.1.    EERE Energy Efficiency & Renewable Energy. ....	9
1.2.3.2.    The Infinite Power of Texas.....	9
1.2.3.3.    Liecestershire.....	9
1.2.3.4.    NREL National Renewable Energy Laboratory. ....	10
1.2.4.    Análisis comparativo de los recursos disponibles.....	10

1.3.	Identificación de los requerimientos didácticos y técnicos mínimos para un kit de diseño propio .....	13
CAPÍTULO 2 .....		15
2.	DISEÑO DE UNA GUÍA DIDÁCTICA PARA ALFABETIZACIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR, PARA EL SEGMENTO K12-K14 .....	15
2.1.	Introducción.....	16
2.2.	Proceso de diseño de la guía didáctica .....	16
2.2.1.	Requerimientos generales de la guía a diseñar.....	16
2.2.2.	Selección de la técnica de enseñanza a utilizar para diseñar la guía. ....	17
2.2.3.	Selección de los recursos de enseñanza a utilizar en el diseño de la guía.	18
2.2.4.	Propuesta programática para el diseño de la guía didáctica. ....	20
2.2.4.1.	Diseño de formato visual. ....	21
2.2.4.2.	Planificación de contenidos. ....	21
CAPÍTULO 3 .....		27
3.	PLANES DE LECCIÓN PARA LA GUÍA DIDÁCTICA .....	27
3.1.	Introducción.....	28
3.2.	Propuesta para el apartado de energías renovables .....	28
3.2.1.	Plan para la lección sobre conceptos básicos de energías renovables. ....	28
3.2.1.1.	Motivación. ....	28
3.2.1.2.	Experiencia.....	29
3.2.1.3.	Reflexión.....	30
3.2.1.4.	Conceptualización.....	30
3.2.1.5.	Aplicación. ....	30
3.2.2.	Plan para la lección sobre clasificación de las fuentes de energía renovable.	31
3.2.2.1.	Motivación. ....	31
3.2.2.2.	Experiencia.....	31
3.2.2.3.	Reflexión.....	32
3.2.2.4.	Conceptualización.....	32
3.2.2.5.	Aplicación. ....	35
3.2.3.	Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de las energías renovables.....	35
3.2.3.1.	Motivación. ....	35
3.2.3.2.	Experiencia.....	36
3.2.3.3.	Reflexión.....	36
3.2.3.4.	Conceptualización.....	36

3.2.3.5.	Aplicación. ....	37
3.3.	Propuesta para el apartado de energía solar .....	37
3.3.1.	Plan para la lección sobre definiciones generales de energía solar.....	38
3.3.1.1.	Motivación. ....	38
3.3.1.2.	Experiencia.....	38
3.3.1.3.	Reflexión.....	39
3.3.1.4.	Conceptualización.....	39
3.3.1.5.	Aplicación. ....	40
3.3.2.	Plan para la lección sobre nuevos usos de la energía solar.....	41
3.3.2.1.	Motivación. ....	41
3.3.2.2.	Experiencia.....	41
3.3.2.3.	Reflexión.....	42
3.3.2.4.	Conceptualización.....	42
3.3.2.5.	Aplicación. ....	42
3.3.3.	Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de la energía solar. ....	42
3.3.3.1.	Motivación. ....	43
3.3.3.2.	Experiencia.....	43
3.3.3.3.	Reflexión.....	44
3.3.3.4.	Conceptualización.....	44
3.3.3.5.	Aplicación. ....	44
3.4.	Propuesta para el apartado de energía solar fotovoltaica .....	45
3.4.1.	Plan para la lección sobre definiciones básicas de circuitos eléctricos. ....	45
3.4.1.1.	Motivación. ....	45
3.4.1.2.	Experiencia.....	46
3.4.1.3.	Reflexión.....	46
3.4.1.4.	Conceptualización.....	47
3.4.1.5.	Aplicación. ....	50
3.4.2.	Plan para la lección sobre sistemas fotovoltaicos. ....	51
3.4.2.1.	Motivación. ....	51
3.4.2.2.	Experiencia.....	51
3.4.2.3.	Reflexión.....	52
3.4.2.4.	Conceptualización.....	52
3.4.2.5.	Aplicación. ....	54
3.4.3.	Plan para la lección sobre aplicaciones de energía fotovoltaica. ....	54



3.4.3.1.	Motivación.....	54
3.4.3.2.	Experiencia.....	55
3.4.3.3.	Reflexión.....	56
3.4.3.4.	Conceptualización.....	56
3.4.3.5.	Aplicación.....	59
3.4.4.	Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica. 59	
3.4.4.1.	Motivación.....	59
3.4.4.2.	Experiencia.....	59
3.4.4.3.	Reflexión.....	59
3.4.4.4.	Conceptualización.....	59
3.4.4.5.	Aplicación.....	60
3.5.	Propuesta para el apartado de energía termosolar.....	61
3.5.1.	Plan para la lección sobre sistemas termosolares.....	61
3.5.1.1.	Motivación.....	61
3.5.1.2.	Experiencia.....	62
3.5.1.3.	Reflexión.....	62
3.5.1.4.	Conceptualización.....	62
3.5.1.5.	Aplicación.....	63
3.5.2.	Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de la energía termosolar. 64	
3.5.2.1.	Motivación.....	64
3.5.2.2.	Experiencia.....	65
3.5.2.3.	Reflexión.....	65
3.5.2.4.	Conceptualización.....	65
3.5.2.5.	Aplicación.....	66
3.6.	Propuesta para el apartado de sistemas de iluminación natural empleando concentradores solares.....	66
3.6.1.	Plan para la lección sobre nociones básicas de espectro visible.....	67
3.6.1.1.	Motivación.....	67
3.6.1.2.	Experiencia.....	67
3.6.1.3.	Reflexión.....	68
3.6.1.4.	Conceptualización.....	68
3.6.1.5.	Aplicación.....	69

3.6.2.	Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de sistemas de iluminación natural empleando concentradores solares.....	70
3.6.2.1.	Motivación.....	71
3.6.2.2.	Experiencia.....	71
3.6.2.3.	Reflexión.....	71
3.6.2.4.	Conceptualización.....	71
3.6.2.5.	Aplicación.....	72
3.7.	Propuesta para el apartado de radiación ultravioleta.....	72
3.7.1.	Plan para la lección sobre definiciones de radiación UV.....	73
3.7.1.1.	Motivación.....	73
3.7.1.2.	Experiencia.....	73
3.7.1.3.	Reflexión.....	74
3.7.1.4.	Conceptualización.....	74
3.7.1.5.	Aplicación.....	76
3.7.2.	Plan para la lección sobre aplicaciones, ventajas y desventajas de la radiación UV.....	77
3.7.2.1.	Motivación.....	77
3.7.2.2.	Experiencia.....	78
3.7.2.3.	Reflexión.....	78
3.7.2.4.	Conceptualización.....	78
3.7.2.5.	Aplicación.....	80
CAPÍTULO 4	.....	81
4.	DISEÑO DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA ALFABETIZACIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR, PARA EL SEGMENTO K12-14.....	81
4.1.	Introducción.....	82
4.2.	Diseño de los módulos del kit.....	83
4.3.	Diseño del módulo de energías renovables.....	83
4.3.1.	Contenido programático.....	83
4.3.2.	Diseño de aditamentos especiales.....	83
4.4.	Diseño del módulo de energía solar.....	83
4.4.1.	Contenido programático.....	83
4.4.2.	Diseño de aditamentos especiales.....	83
4.5.	Diseño del módulo de energía solar fotovoltaica.....	84
4.5.1.	Contenido programático.....	84

4.5.2.	Diseño de aditamentos especiales.....	84
4.6.	Diseño del módulo de energía termosolar .....	85
4.6.1.	Contenido programático.....	85
4.6.2.	Diseño de aditamentos especiales.....	85
4.6.2.1	Colector solar.....	86
4.6.2.2	Tanque de almacenamiento.....	89
4.6.2.3	Tubería.....	90
4.6.2.4	Soporte.....	90
4.7.	Diseño del módulo de iluminación natural.....	91
4.7.1.	Contenido programático.....	91
4.7.2.	Diseño de aditamentos especiales.....	91
4.7.2.1	Concentrador solar.....	91
4.7.2.2	Soporte.....	93
4.8.	Diseño del módulo de radiación UV.....	94
4.8.1.	Contenido programático.....	94
4.8.2.	Diseño de aditamentos especiales.....	94
4.9.	Propuesta del empaque .....	94
CAPÍTULO 5 .....		96
5. CONSTRUCCIÓN DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA UN KIT DE ALFABETIZACIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR EN EL SEGMENTO K12-K14. ....		96
5.1.	Introducción.....	97
5.2.	Construcción de aditamentos complementarios .....	97
5.2.1.	Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía solar fotovoltaica.....	97
5.2.2.	Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía termosolar.....	98
5.2.3.	Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con iluminación natural. 100	
5.3.	Construcción del empaque .....	102
CAPÍTULO 6 .....		104
6. DISEÑO DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS EN EL USO DE ENERGÍA SOLAR.....		104
6.1.	Introducción.....	105
6.2.	Parámetros de operación de los paneles solares.....	105
6.3.	Conexión de paneles solares en serie y paralelo .....	109
6.4.	Usos potenciales de energía fotovoltaica.....	112

6.5.	Funcionamiento de un sistema termosolar .....	117
6.6.	Funcionamiento de un sistema de iluminación solar.....	120
CONCLUSIONES.....		124
BIBLIOGRAFÍA.....		126
ANEXO 1 .....		134
PAPER: Diseño de un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, orientado al segmento k12 –k14.....		134
I.	INTRODUCCIÓN .....	135
II.	IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DIDÁCTICOS Y TÉCNICOS PARA UN KIT DE DISEÑO PROPIO .....	135
A.	<i>Kits disponibles en el mercado .....</i>	135
B.	<i>Guías didácticas disponibles en el mercado .....</i>	136
C.	<i>Requerimientos mínimos para el kit a diseñar.....</i>	137
III.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA DIDÁCTICA .....	137
A.	<i>Selección de la técnica de enseñanza a utilizar en la guía didáctica .....</i>	137
B.	<i>Selección de los recursos de enseñanza a utilizar en el diseño de la guía .....</i>	138
C.	<i>Propuesta programática para la guía didáctica.....</i>	138
IV.	DISEÑO DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA EL KIT.....	139
A.	<i>Módulo de energía solar fotovoltaica .....</i>	140
B.	<i>Módulo de energía termosolar.....</i>	140
	Tanque de almacenamiento.....	141
	Tubería .....	141
	Soporte.....	141
C.	<i>Módulo de iluminación natural.....</i>	142
	Concentrador solar .....	142
	Soporte .....	143
D.	<i>Propuesta de empaque .....</i>	143
V.	CONSTRUCCIÓN DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA EL KIT 144	
A.	<i>Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía solar fotovoltaica.....</i>	144
B.	<i>Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía termosolar... </i>	144
C.	<i>Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con iluminación natural.. </i>	145
VI.	CONCLUSIONES .....	146
VII.	REFERENCIAS .....	146

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Estructura propuesta para la guía didáctica.....	17
Figura 2.2. Fases del ciclo de aprendizaje, según Kolb.....	18
Figura 2.3. Recursos para el aprendizaje utilizado en la guía. ....	18
Figura 2.4. Ejemplo de una sopa de letras, potencialmente utilizable en la guía propuesta. ....	19
Figura 2.5. Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.....	19
Figura 2.6. Ejemplo de una ilustración a emplear en la guía didáctica. ....	20
Figura 2.7. Ejemplo de una ilustración a emplear en la guía didáctica. ....	20
Figura 3.1. Sopa de letras utilizada como motivación. ....	31
Figura 3.2. Dibujo que relaciona las distintas fuentes de energía renovable. ....	32
Figura 3.3. Parque eólico Villonaco.....	32
Figura 3.4. Planta geotermal. ....	33
Figura 3.5. Hidroeléctrica Paute.....	33
Figura 3.6. Sistema de energía fotovoltaico instalado en una casa.....	34
Figura 3.7. Obtención del bagazo.....	34
Figura 3.8. Sistema de superficie articulada para captación de energía undimotriz. ....	34
Figura 3.9. Efectos de la utilización de energías renovables y no renovables.....	36
Figura 3.10. Aurora boreal. ....	38
Figura 3.11. Esquema para lluvia de ideas.....	39
Figura 3.12. Ilustración del Sol.....	39
Figura 3.13. Módulo fotovoltaico.....	40
Figura 3.14. Aprovechamiento de energía solar para proveer ACS. ....	41
Figura 3.15. Esquema para Sol didáctico.....	41
Figura 3.16. Ilustración de nuevos usos de energía solar, en el hogar.....	42
Figura 3.17. Ejemplo de una sopa de letras, potencialmente utilizable en la guía propuesta. .....	43
Figura 3.18. Elementos utilizados en un circuito eléctrico. ....	45
Figura 3.19. Esquema hidráulico utilizado en la analogía. ....	46
Figura 3.20. Átomo.....	47
Figura 3.21. Circulación de corriente eléctrica en presencia de una diferencia de tensión. ..	47
Figura 3.22. Diagrama explicativo de la relación entre las principales magnitudes de un circuito eléctrico. ....	48
Figura 3.23. Circulación de corriente eléctrica. ....	48
Figura 3.24. Representación gráfica de la corriente continua y alterna. ....	49
Figura 3.25. Circuito en serie. ....	49
Figura 3.26. Circuito en paralelo. ....	50
Figura 3.27. Panel solar y celda fotovoltaica. ....	51
Figura 3.28. Proceso de obtención de energía fotovoltaica. ....	51
Figura 3.29. Diagrama de proceso. ....	52
Figura 3.30. Elementos de un sistema fotovoltaico. ....	52
Figura 3.31. Efecto fotoeléctrico. ....	53
Figura 3.32. Configuración en serie de paneles solares.....	53
Figura 3.33. Configuración en paralelo de paneles solares. ....	53
Figura 3.34. Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.....	55

Figura 3.35. Esquema para Sol didáctico.....	56
Figura 3.36. Electrificación rural.....	56
Figura 3.37. Bombeo de agua para riego de cultivos.....	57
Figura 3.38. Electrificación de cercas para cuidar el ganado.....	57
Figura 3.39. Instalación fotovoltaica en una vivienda.....	57
Figura 3.40. Paneles solares desplegados para alimentar un satélite.....	58
Figura 3.41. Mochila solar.....	58
Figura 3.42. Carpa solar.....	58
Figura 3.43. Ilustración de uso de energía fotovoltaica.....	60
Figura 3.44. Ilustración referente a ACS.....	61
Figura 3.45. Colector solar.....	62
Figura 3.46. Sistema termosolar.....	63
Figura 3.47. Funcionamiento de sistema termosolar.....	63
Figura 3.48. Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.....	64
Figura 3.49. Instalación de energía termosolar en una vivienda.....	65
Figura 3.50. Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.....	67
Figura 3.51. Espectro electromagnético y espectro visible.....	68
Figura 3.52. Sistema de concentración solar para iluminación solar.....	69
Figura 3.53. Iluminación solar para un edificio.....	69
Figura 3.54. Experimento: Prisma solar casero.....	70
Figura 3.55. Ilustración referente a iluminación natural.....	71
Figura 3.56. Esquema para lluvia de ideas.....	73
Figura 3.57. Longitud de onda.....	74
Figura 3.58. Ilustración representativa de la capa de ozono.....	74
Figura 3.59. Tipos de rayos UV.....	75
Figura 3.60. Representación de los peligros de los rayos UV.....	75
Figura 3.61. Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.....	77
Figura 3.62. Proceso de purificación de agua de forma continua.....	79
Figura 3.63. Purificación de agua por rayos solares.....	79
Figura 3.64. Proceso de purificación del agua con radiación UV.....	80
Figura 4.1. Requerimientos de elementos, equipos, y, material de apoyo en cada uno de los módulos del kit de aprendizaje.....	82
Figura 4.2. Diagrama de bloques del módulo fotovoltaico.....	84
Figura 4.3. Base individual para soporte de las placas fotovoltaicas a utilizar.....	84
Figura 4.4. Ejemplo de conexión en serie de las placas fotovoltaicas a utilizar.....	85
Figura 4.5. Diagrama de funcionamiento del termosifón.....	86
Figura 4.6. Diagrama de bloques del módulo colector solar.....	86
Figura 4.7. Componentes del colector solar.....	87
Figura 4.8. Perspectiva del colector solar a construir.....	87
Figura 4.9. Tubería con arreglo sinuoso y tubería vertical paralela.....	88
Figura 4.10. Vista frontal y lateral del tanque de almacenamiento a construir.....	89
Figura 4.11. Estructura de soporte para el termosifón.....	90
Figura 4.12. Termosifón a construir.....	90
Figura 4.13. Diagrama de bloques del módulo iluminación solar.....	91
Figura 4.14. Geometría de la lente de Fresnel a utilizar.....	92

Figura 4.15. Diseño del concentrador solar final.....	93
Figura 4.16. Diseño del soporte con medidas en cm. ....	93
Figura 4.17. Diseño del concentrador para iluminación solar. ....	94
Figura 4.18. Distribución general en cm, de los aditamentos especiales requeridos en los módulos, dentro del empaque.....	95
Figura 4.19. Diseño del empaque (72cm x50cm x16cm). ....	95
Figura 5.1. Aditamentos requeridos para experiencias prácticas con energía solar fotovoltaica. ....	98
Figura 5.2. Bloques del termosifón construido. ....	98
Figura 5.3. Colector solar.....	99
Figura 5.4. Tanque de almacenamiento. ....	99
Figura 5.5. Estructura de soporte para el termosifón. ....	100
Figura 5.6. Ensamblado final del termosifón.....	100
Figura 5.7. Aditamentos requeridos para experiencias prácticas con sistemas de iluminación natural. ....	101
Figura 5.8. Concentrador solar basado en una lente de Fresnel. ....	101
Figura 5.9. Ensamblado final del sistema de iluminación natural.....	102
Figura 5.10. Guía didáctica.....	102
Figura 5.11. Distribución de los aditamentos requeridos para el kit.....	103
Figura 5.12. Empaque del kit.....	103
Figura 6.1. Esquema de conexión de un amperímetro y de un voltímetro para la medición de corriente y voltaje. ....	106
Figura 6.2. Panel solar utilizado en la experiencia.....	106
Figura 6.3. Configuración del multímetro en modo amperímetro. ....	107
Figura 6.4. Esquema de medición de la corriente de corto circuito de un panel solar.....	107
Figura 6.5. Configuración del multímetro en modo voltímetro. ....	108
Figura 6.6. Esquema de medición del voltaje de circuito abierto de un panel solar.....	108
Figura 6.7. Conexión en serie de 2 paneles solares. ....	109
Figura 6.8. Medición de corriente en un arreglo de 2 paneles en serie.....	110
Figura 6.9. Conexión en serie de 3 paneles solares, y, medición de voltaje en el arreglo Fuente: fotografías de los autores .....	110
Figura 6.10. Conexión en paralelo de 2 paneles solares.....	111
Figura 6.11. Medición del voltaje en un arreglo de 2 paneles solares en paralelo.....	111
Figura 6.12. Medición de corriente en un arreglo de 3 paneles en paralelo.....	111
Figura 6.13. Alimentación de un circuito de 3 LEDs conectados en serie, desde un panel solar.....	113
Figura 6.14. Esquema de medición de la resistencia. ....	114
Figura 6.15. Circuito de conexión de 3 LEDs en serie, alimentados por un panel solar, implementado en un protoboard. ....	114
Figura 6.16. Circuito de conexión de 6 LEDs en serie, alimentados por dos paneles solares, implementado en un protoboard. ....	115
Figura 6.17. Circuito de conexión de 9 LEDs en serie, alimentados por tres paneles solares, implementado en un protoboard. ....	115
Figura 6.18. Circuito de conexión del ventilador a los paneles solares.....	115

Figura 6.19. Alimentación del circuito de un motor DC conectado a 3 paneles solares en paralelo, y, regulado por un potenciómetro.....	116
Figura 6.20. Conexión del motor DC a tres paneles solares, y, regulado por un potenciómetro. ....	116
Figura 6.21. Instalación del soporte del sistema termosolar. ....	117
Figura 6.22. Ubicación del colector solar en el soporte. ....	118
Figura 6.23. Ubicación del tanque de almacenamiento en el soporte. ....	118
Figura 6.24. Armado de la tubería entre el colector y el tanque de almacenamiento. ....	118
Figura 6.25. Armado de la tubería entre el colector y el tanque de almacenamiento, a la izquierda del sistema. ....	119
Figura 6.26. Ubicación de las llaves en el termosifón. ....	119
Figura 6.27. Medición de la temperatura de agua. ....	120
Figura 6.28. Armado del conector de fibra óptica. ....	121
Figura 6.29. Armado de la lente de Fresnel.....	121
Figura 6.30. Ubicación de anclajes en el borde de la lente de Fresnel. ....	122
Figura 6.31. Armado del soporte metálico. ....	122
Figura 6.32. Anclaje del sistema. ....	122
Figura 6.33. Funcionamiento del sistema de iluminación natural.....	123



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Características de los kits educativos referidos en este trabajo .....	10
Tabla 1.2. Facilidades de los módulos que componen a los kits educativos referidos en este trabajo. ....	11
Tabla 1.3. Características de los entrenadores de energía fotovoltaica referidos en este trabajo.....	11
Tabla 1.4. Características de los entrenadores de energía termosolar referidos en este trabajo. ....	12
Tabla 1.5. Características de los manuales o guías didácticas para chicos de 6 a 11 años referidos en este trabajo.....	12
Tabla 1.6. Características de los manuales o guías didácticas para las edades comprendidas entre 10 y 14 años referidos en este trabajo. ....	13
Tabla 1.7. Características de los manuales o guías didácticas para las edades comprendidas entre 14 y 18 años referidos en este trabajo. ....	13
Tabla 2.1. Planificación por capítulos para la guía didáctica a diseñar. ....	22
Tabla 2.2. Plan de lección para el capítulo 1 de la guía didáctica a diseñar. ....	23
Tabla 2.3. Plan de lección para el capítulo 2 de la guía didáctica a diseñar. ....	23
Tabla 2.4. Plan de lección para el capítulo 3 de la guía didáctica a diseñar. ....	24
Tabla 2.5. Plan de lección para el capítulo 4 de la guía didáctica a diseñar. ....	25
Tabla 2.6. Plan de lección para el capítulo 5 de la guía didáctica a diseñar. ....	25
Tabla 2.7. Plan de lección para el capítulo 6 de la guía didáctica a diseñar. ....	26
Tabla 3.1. Ventajas y desventajas del uso de energías renovables. ....	37
Tabla 3.2. Ventajas y desventajas de la energía solar.....	44
Tabla 3.3. Parámetros eléctricos vs parámetros hidráulicos.....	46
Tabla 3.4. Índice UV. ....	76
Tabla 3.5. Ventajas y desventajas de la radiación UV. ....	80
Tabla 4.1. Características técnicas principales de las placas fotovoltaicas a emplear. ....	85
Tabla 4.2. Geometría del colector solar VITOSOL 100F modelo SV1A/SV1B. ....	87
Tabla 4.3. Medidas del colector solar a escala 1:9.....	88
Tabla 4.4. Características de la lente de Fresnel a utilizar.....	92
Tabla 5.1. Principales características técnicas de los paneles solares a emplear. ....	97
Tabla 5.2. Características de la lente de Fresnel a utilizar.....	101
Tabla 6.1. Registro de resultados.....	107
Tabla 6.2. Registro de resultados.....	110
Tabla 6.3. Voltaje de operación y corriente requerida por los dispositivos.....	112
Tabla 6.4. Registro de medición de temperatura .....	120

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se describe el diseño e implementación de un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, para el segmento K12 – K14. Primeramente, se realizó un estado del arte, en el que se analiza los requerimientos mínimos que debería cumplir una iniciativa de diseño propio. Para cumplir estos requerimientos se propuso desarrollar una guía didáctica y los aditamentos complementarios para la realización de experiencias prácticas. En el diseño de la guía didáctica, se propone lograr competencias necesarias en el aprendizaje sobre energía solar, utilizando conceptos y términos recomendados por el Ministerio de Educación del Ecuador. La guía consta de 6 capítulos contruidos a través de lecciones; estos capítulos abordan temas sobre: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica, energía termosolar, sistemas de iluminación natural empleando concentradores solares, y, radiación ultravioleta. Las experiencias complementan a la guía didáctica elaborada, por lo que se planteó 5 prácticas con los aditamentos complementarios concernientes a los capítulos: energía fotovoltaica, energía termosolar, e, iluminación natural.

**PALABRAS CLAVES:** alfabetización energética, alfabetización energética nivel K12 – K14, aprovechamiento de la energía solar.

## **ABSTRACT**

This paper describes the design and implementation of a literacy kit for harnessing solar energy in all its forms, for segment K12 - K14. First, we make a state of the art, in which, we analyze the minimum requirements to be met by an own initiative. To meet these requirements are proposed to develop a tutorial guide and additional equipment to perform practical experiences. In the design of guide, aims to achieve skills needed in learning about solar energy, using concepts and terms recommended by the Department of Education of Ecuador. The guide consists of 6 chapters built through lessons, these chapters cover topics such as: renewable energy, solar energy, solar photovoltaic, solar thermal energy, natural lighting systems using solar concentrators, and ultraviolet radiation. The experiences complement the guide with 5 practices corresponding to the chapters: photovoltaics, solar thermal energy, and natural lighting.

**KEYWORDS:** energy literacy, energy literacy level K12 - K14, harnessing solar energy.

## INTRODUCCIÓN

Para la diversificación de la matriz energética actual, dependiente de los combustibles fósiles, se necesita ampliar la participación de las fuentes renovables de energía. Se requiere implementar una serie de acciones, desde la innovación en tecnología y procesos, hasta la educación y la concientización del recurso humano. En este contexto, la alfabetización energética de las nuevas generaciones, juega un papel preponderante.

En este contexto y considerando el potencial solar de la provincia de Loja, desde la Sección de Electrónica y Energía (SEE) del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica (DCCE) de la UTPL, se propuso analizar la factibilidad de diseñar e implementar una propuesta curricular y tecnológica, orientada a la alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, enfocada al segmento K12 – K14.

El presente trabajo se estructuró en 6 capítulos. En el primer capítulo se realiza un estado del arte que analiza los requerimientos mínimos que debería cumplir una iniciativa de diseño propio. El análisis de los recursos disponibles en el mercado mostró que estos incluyen 4 módulos mínimos: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica, y, energía termosolar. Como aporte de este proyecto, se propuso agregar 2 módulos: iluminación natural, y, radiación UV; con elementos, equipos, y, material de apoyo (guía didáctica), en cada uno de los módulos a diseñar.

En el segundo capítulo, se describe el diseño de planes de lección de los 6 módulos para la guía didáctica. En el tercer capítulo se desarrolla cada plan de lección, para ello, se utilizó los conceptos y términos recomendados por el Ministerio de Educación del Ecuador.

En el cuarto capítulo, se describe el diseño mecánico y eléctrico de los aditamentos requeridos para los módulos: energía solar fotovoltaica, energía termosolar, e, iluminación natural. En el quinto capítulo se explica brevemente la implementación, y, construcción de los mismos.

Finalmente en el sexto capítulo, se realizó el diseño de 5 experiencias prácticas en el uso de energía solar, con los aditamentos requeridos para los respectivos módulos, experiencias realizadas previamente por los autores y que completamente los contenidos de la guía didáctica elaborada.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Diseñar e implementar un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, para el segmento K12 – K14.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un estado del arte que permita determinar los requerimientos mínimos para el diseño de un kit de alfabetización en energía solar.
- Diseñar e implementar una guía didáctica que cumpla los requerimientos curriculares propios del segmento K12 - K14.
- Diseñar e implementar aditamentos requeridos para la realización de experiencias prácticas, que complementen el contenido programático de la guía didáctica.

## **CAPÍTULO 1**

- 1. FORMACIÓN NO REGLADA EN EL SEGMENTO K12-K14, PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR: ESTADO DEL ARTE**

## **1.1. Introducción**

Las iniciativas de alfabetización energética son diversas e inclusivas, y, entre ellas, son de especial interés aquellas dirigidas a chicos, cuyo principal propósito es lograr que los chicos crezcan con un nuevo paradigma: la energía de fuentes renovables es una alternativa viable, sostenible, y, que no compromete al medio ambiente.

Considerando el potencial solar de la provincia de Loja, desde la Sección de Electrónica y Energía (SEE) del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica (DCCE) de la UTPL, se propuso analizar la factibilidad de diseñar e implementar una propuesta curricular y tecnológica, orientada a la alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas (fotovoltaica, termosolar, iluminación natural, y, radiación UV), enfocada en chicos cuyas edades se enmarquen en el segmento K12 – K14.

Este trabajo describe el estado del arte en este tipo de formación no reglada, y, analiza los requerimientos mínimos que debería cumplir una iniciativa de diseño propio.

## **1.2. Recursos disponibles para formación no reglada en el aprovechamiento de energía solar, orientados a chicos con edades en el segmento k12 – k14**

Para determinar el estado del arte en la formación no reglada en temas de aprovechamiento de la energía solar, orientada a chicos del segmento K12 – K14 (o cercanos), se decidió revisar los recursos disponibles en el mercado, en forma de kits, entrenadores, y, guías didácticas diseñadas en relación al tema.

### **1.2.1. Kits disponibles.**

#### **1.2.1.1. *Terra Nova.***

Este kit fue desarrollado por Fourier Education [1], y, permite experimentar con dos de las principales fuentes renovables de energía: la energía solar y la energía eólica. El kit se basa en el uso de módulos, y, permite desarrollar un total de 20 experimentos, detallados en un CD de apoyo. El fabricante recomienda el uso del kit en los niveles K14 y K16, y, tiene un costo aproximado de USD 1700.

#### **1.2.1.2. *Deluxe Solar Educational Kit.***

Este kit fue desarrollado por Elenco Electronics Inc, y, representa un modelo de generación de energía solar, formado por 3 celdas solares y 3 dispositivos de carga, e, incluye un manual de experimentos. El kit está dirigido al nivel K8, y, tiene un costo aproximado de USD 30 [2].

#### **1.2.1.3. *Thames & Kosmos Power House Sustainable House Education Kit.***

Este kit, ofertado por Thames y Kosmos, describe el modelo de una casa sostenible. El kit permite realizar 100 experimentos relacionados a la obtención y transformación de la energía proveniente de diversas fuentes (incluyendo experimentos electroquímicos). El kit está recomendado para el nivel K12, y, tiene un costo aproximado de USD 150 [3].

#### **1.2.1.4. *Equipo completo de prácticas de energías renovables.***

Este kit es fabricado por Elektron. El kit representa un equipo completo de energías renovables (solar fotovoltaica, pila de hidrógeno, térmica -colector plano y parabólico-, eólica, y, geotérmica) e incluye un CD con animaciones. Se recomienda el uso del kit en el nivel K12, y, tiene un costo de USD 1700 [4].

#### **1.2.1.5. *Kit de energía solar Solartec-30.***

Este es un sistema didáctico elaborado por Solartec S.A, para el estudio teórico-práctico de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica en una vivienda. Cuenta con un manual de descripción, prácticas, y, un tutorial CD-ROM. Se recomienda su uso en el nivel K12, y, tiene un costo de USD 900 [5].

#### **1.2.1.6. *Horizon, Kit educativo de energías renovables.***

Este kit es fabricado por EE.RR Horizon, y, contiene 1 aerogenerador, 1 celda fotovoltaica, 1 electrolizador, 1 sistema de depósito de hidrógeno, accesorios, y, un manual educativo y de experimentación. El kit es recomendado a partir del nivel K12, y, tiene un costo de USD 300 [6].



## **1.2.2. Entrenadores disponibles.**

### **1.2.2.1. Entrenador Energía Solar Solartec-70.**

Este entrenador fabricado por Solartec S.A, permite el estudio teórico-práctico de la energía solar fotovoltaica (suministra energía en forma continua o alterna), contiene un manual de descripción y prácticas, y, tiene un costo de USD 3000 [7].

### **1.2.2.2. Entrenador Energía Solar Térmica Termotec- 220.**

Este entrenador fabricado por SIDAC S.A, permite observar características y aplicaciones de energía termosolar, incluye un simulador de panel solar y un manual de descripción y prácticas. Su costo es de USD 9000 [8].

### **1.2.2.3. Sistema de Entrenamiento en Energía Térmica Solar Modelo 46121.**

Este sistema de entrenamiento fabricado por Lab-Volt, permite demostrar las diferentes aplicaciones de la energía termosolar, y, dispone de un manual para el alumno y una guía para el instructor [9].

### **1.2.2.4. Solar Bench Test Panel.**

Este entrenador fabricado por Lab-Volt [10], permite la realización de 7 diferentes experimentos [11] referentes a generación y almacenamiento de energía fotovoltaica, e, incluye un manual de usuario.

### **1.2.2.5. Monocrystalline Silicon Solar Panel.**

Este modelo fabricado por Lab-Volt, está formado por dos módulos fotovoltaicos independientes, lo que permite realizar conexiones en serie o en paralelo [10].

#### **1.2.2.6. *Solar Power Laboratory (Off-grid systems).***

El laboratorio de energía solar es fabricado por Christiani. El laboratorio se centra en la generación, almacenamiento, y, medición de energía fotovoltaica; incluye un manual de usuario (profesores y alumnos), y, tiene un costo de USD 4500 [12].

#### **1.2.3. Guías didácticas disponibles.**

##### **1.2.3.1. *EERE Energy Efficiency & Renewable Energy.***

Las guías didácticas de la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable EERE de los EEUU, orientadas al segmento K11-K14, tratan temas como introducción a la energía solar, conversión de la energía solar en energía térmica, concentración solar, colección solar, energía fotovoltaica, arreglos fotovoltaicos sobre la escuela, y, fabricación de un horno solar [13].

##### **1.2.3.2. *The Infinite Power of Texas.***

La guía “The Infinite Power of Texas”, de la Oficina de Conservación de Energía del Estado de Texas (SECO), en el segmento K8-K11, describe las energías renovables y la sostenibilidad, las ventajas de la energía renovable, el uso racional de la energía, la energía renovable para el hogar, la luz solar, los coches eléctricos y solares, y, el potencial de energía renovable en Texas.

En el segmento K11-K14, en la guía se tratan temas como energía solar para Texas, calentadores solares de agua, calentadores solares de agua para piscinas, cocinando con el sol, diseño solar pasivo para hogares, conservación de la energía en el hogar, y, biomasa.

##### **1.2.3.3. *Leicestershire.***

Este proyecto piloto fue impulsado por POISED en 2009, e, implementado en 18 escuelas de Leicestershire [15]. Los materiales dirigidos al segmento K7-K14, incluyen temas como ¿por qué las energías renovables?, introducción al viento, turbinas eólicas, introducción a la energía solar fotovoltaica (PV), introducción a la calefacción solar térmica, aislamiento térmico solar, cubierta solar térmica, entre otros.

#### 1.2.3.4. NREL National Renewable Energy Laboratory.

El Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los EEUU NREL, en el segmento K6-K11, recomienda tratar temas como: biomasa, eficiencia energética, energía solar, energía eólica. En el segmento K11-K14, incluye temas como: biomasa, eficiencia energética, hidrógeno y pilas de combustible, energía renovable, energía solar. Y, en el segmento K14-K18, aborda temas como: biomasa, eficiencia energética, energía renovable, energía solar, energía eólica [16].

#### 1.2.4. Análisis comparativo de los recursos disponibles.

En la Tabla 1.1 se compara los kits educativos referidos en este trabajo, de acuerdo a sus principales características. En la Tabla 1.2, se comparan de acuerdo a las facilidades para experimentar que cada uno de ellos presenta.

El análisis comparativo permite afirmar que, los kits educativos se enfocan principalmente en el nivel K12 y niveles posteriores. Los kits tienen una estructura modular, e. incluyen como mínimo 5 experimentos. Algunos kits contienen facilidades para la experimentación con varias fuentes de generación de energía (eólica, hidrógeno, entre otras). Como característica común de los kits, se resalta la presencia de 4 bloques básicos: módulos fotovoltaicos (configuraciones en serie y paralelo), equipos básicos de medición, carga (motor DC, lámpara LED), y, colectores solares.

**Tabla 1.1.** Características de los kits educativos referidos en este trabajo

Características	Terra Nova	Deluxe Solar Educational	Thames & Kosmos Power House Sustainable House Education Kit	Equipo completo de prácticas de energías renovables	Kit de energía solar solartec-30	Horizon Kit educativo de energías renovables
Idioma	Inglés	Inglés	Inglés	Castellano	Castellano	Inglés
Numero de experimentos	20	5	70	10	7	20
Experimentos adicionales	Energía eólica	No	Energía eólica y electroquímica	Eólica y pila de hidrógeno	No	Sistema de depósito de hidrógeno eólica
Facilidad de ejecución	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Modularidad	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Manual	CD	Texto/ Digital	Sí	CD	CD	CD, Texto
Edad	14-16 años	8 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante

Fuente: diseño de los autores

**Tabla 1.2.** Facilidades de los módulos que componen a los kits educativos referidos en este trabajo.

Módulos	Terra Nova	Deluxe Solar Educational	Thames & Kosmos Power House Sustainable	Equipo completo prácticas de energías renovables	Kit de energía solar solartec-30	Horizon, Kit educativo de energías renovables
Fabricante	Fourier Education	Picoturbine International	Sundance Solar	Elektron	Solartec S.A	EE.RR Horizon
Placas Fotovoltaicas	x	X	x	x	X	X
Config. serie-paralelo	x	X		x	X	X
Movilidad de las placas solares	x			x	X	
Número de cargas	6	12	3	3	3	3
Componentes Energía termosolar			x	x		
Medidor de variables				x	X	X

Fuente: diseño de los autores

En la Tabla 1.3 se compara las principales características de los entrenadores de energía fotovoltaica referidos en este trabajo, mientras que en la Tabla 1.4 se compara las principales características de los entrenadores de energía termosolar.

**Tabla 1.3.** Características de los entrenadores de energía fotovoltaica referidos en este trabajo.

Características	Entrenador Energía Solar Solartec-70	Solar Bench Test Panel	Monocrystalline Silicon Solar Panel	Solar Power Laboratory (Off-grid systems)
Idioma	Inglés	Inglés	Inglés	Alemán e inglés
Número de experimentos	7	7	2	10
Experimentos adicionales	No	No	No	No
Facilidad de ejecución	Media	Baja	Media	Media
Modularidad	No	No	Sí	Sí
Manual	Guía , CD	Si	Si	Si

Fuente: diseño de los autores

El análisis muestra que los entrenadores se especializan en energía termosolar o en energía fotovoltaica, con estructuras no modulares. La utilización de los entrenadores requiere de formación previa, lo que se convierte en una limitante al momento de trabajar con chicos.

**Tabla 1.4.** Características de los entrenadores de energía termosolar referidos en este trabajo.

Características	Entrenador energía solar termosolar Termotec- 220	Sistema de entrenamiento en energía termosolar modelo 46121
Idioma	Inglés	Inglés
Número de experimentos	5	9
Facilidad de ejecución	Media	Baja
Modularidad	No	No
Manual	Guía , CD	Guía , CD
Experimentos adicionales	No	No

Fuente: diseño de los autores

Las Tablas 1.5, 1.6, y, 1.7, resumen las características principales de las guías didácticas elaboradas para diferentes segmentos, y, referidas en este trabajo. El análisis muestra que las guías elaboradas para el nivel de interés en el marco de este trabajo, tienen en común incluir temas relacionados a las energías renovables, energía solar, energía termosolar, y, energía fotovoltaica.

**Tabla 1.5.** Características de los manuales o guías didácticas para chicos de 6 a 11 años referidos en este trabajo.

Características	Deluxe Solar Educational	Liecestershire KS2	NREL
Edad	8 en adelante	7-11	6-11
Número de Unidades	5	12	6
Energías Renovables		x	x
Energía Eólica		x	x
Generalidades de Energía Solar	x		x
Fotovoltaica	x	x	
Termosolar		x	
Proyectos de construcción	1		1
Otros temas			x

Fuente: diseño de los autores

**Tabla 1.6.** Características de los manuales o guías didácticas para las edades comprendidas entre 10 y 14 años referidos en este trabajo.

Características	Thames & Kosmos Power House Sustainable House Education Kit	Equipo completo de prácticas de energías renovables	Kit de energía solar solartec-30	Horizon, Kit educativo de energías renovables	NREL	EERE	The Infinite Power of Texas	Lieces tershire KS3
Edad	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	11-14 años	11-14 años	10-14 años	11-14 años
Número de Unidades	9	8	14	7	7	7	15	12
Energías Renovables		x			x		x	X
Energía Eólica	x	x		x				X
Generalidades de Energía Solar	x	x	x	x	x	x	x	X
Fotovoltaica		x	x	x		x	x	X
Termosolar	x	x				x	x	X
Proyectos de construcción	20					1	3	
Otros temas	x	x	x	x	x		x	

Fuente: diseño de los autores

**Tabla 1.7.** Características de los manuales o guías didácticas para las edades comprendidas entre 14 y 18 años referidos en este trabajo.

Características	Terra Nova	NREL
Edad	14-16 años	14-18 años
Número de Unidades	Conceptos Generales	6
Energías Renovables		x
Energía Eólica	x	x
Generalidades de Energía Solar	x	x
Fotovoltaica	x	
Termosolar		
Proyectos de construcción		
Otros temas		x

Fuente: diseño de los autores

### 1.3. Identificación de los requerimientos didácticos y técnicos mínimos para un kit de diseño propio

Sobre la base del análisis de los recursos disponibles para alfabetización en energía solar para el nivel K12 – K14, de acuerdo a los temas tratados en común por los kits y las guías didácticas disponibles en el mercado, se consideró implementar un kit conformado por 4 módulos experimentales: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica (implementando configuraciones en serie y paralelo con paneles solares), energía

termosolar (mediante la utilización de un termosifón), a esto se consideró agregar 2 módulos: iluminación natural (utilizando un concentrador solar), y, radiación UV; con elementos, equipos, y, material de apoyo (guía didáctica), en cada uno de los módulos a diseñar.

En la guía se abordará temas que corresponden a los 6 módulos experimentales antes mencionados: energías renovables, energía solar, energía termosolar, energía fotovoltaica, iluminación natural, y, radiación UV. Se propone que el kit se empaquete en una presentación que permita la distribución adecuada de los módulos experimentales.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. DISEÑO DE UNA GUÍA DIDÁCTICA PARA ALFABETIZACIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR, PARA EL SEGMENTO K12-K14**



## **2.1. Introducción**

La alfabetización energética, y, específicamente los programas de inducción y formación en el aprovechamiento de energía, son parte fundamental de las iniciativas relacionadas con la gestión eficiente de energía. La utilización de un método de enseñanza-aprendizaje, acorde a las condiciones del segmento al que se dirigen, mejora las opciones de éxito de estas acciones.

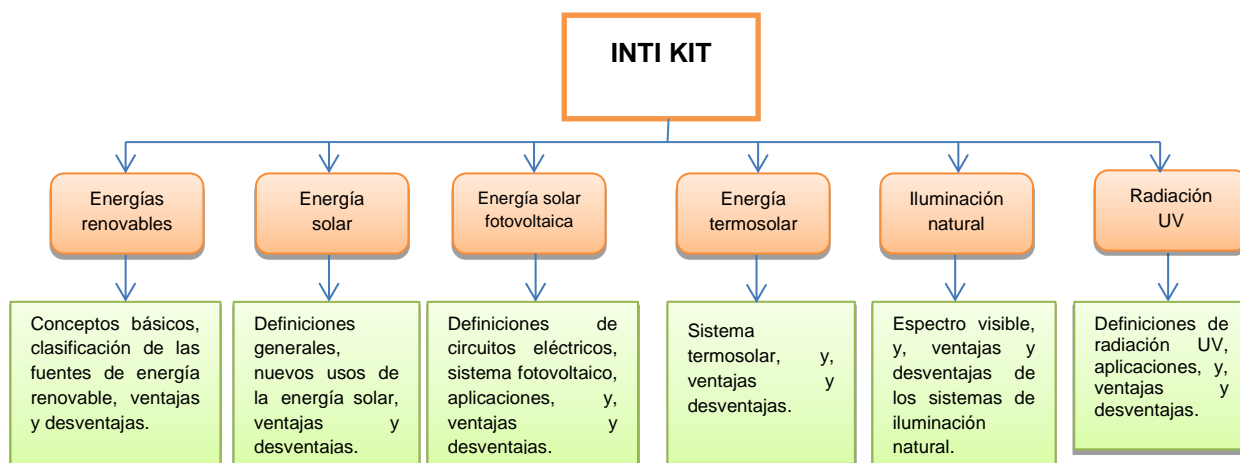
Como primer paso para la elaboración de un adecuado plan de alfabetización en el aprovechamiento de energía solar, orientada a chicos cuyas edades están comprendidas entre los niveles K12-K14, se plantea entonces la organización de un currículo, entendido como el conjunto organizado de elementos que responden a preguntas, tales como ¿para qué enseñar? (objetivos), ¿qué enseñar? (contenidos), ¿cuándo enseñar? (secuencia), ¿cómo enseñar? (metodología), ¿con qué enseñar? (recursos), y, ¿se cumplió con los objetivos? (evaluación) [17].

El análisis bibliográfico de experiencias similares, muestra que los currículos exitosos, contribuyen a construir competencias en la descripción de las energías renovables, y, en la caracterización de la energía solar (termosolar y fotovoltaica). A esta base, se decidió adicionar la formación de competencias en iluminación natural, y, radiación ultravioleta del Sol.

## **2.2. Proceso de diseño de la guía didáctica**

### **2.2.1. Requerimientos generales de la guía a diseñar.**

En el marco de este proyecto, se propuso que el kit de alfabetización en energía solar, que incluye la guía a diseñar, se denomine Inti kit, y, que este instrumento contenga al menos 6 apartados: las energías renovables, la energía solar, la energía termosolar, la energía fotovoltaica, la iluminación natural, y, la radiación ultravioleta (ver Figura 2.1). Para cada temática a tratar, se identificará y definirá los objetivos, se detallará las tareas de aprendizaje, y, otras actividades constructivistas (evaluación y experimentos de aplicación).



**Figura 2.1.** Estructura propuesta para la guía didáctica.

Fuente: diseño de los autores

### 2.2.2. Selección de la técnica de enseñanza a utilizar para diseñar la guía.

Las técnicas de enseñanza permiten la construcción espontánea del conocimiento, a través de la incorporación de nuevos conocimientos a los ya adquiridos. Entre ellas, especial interés merece el denominado ciclo del aprendizaje.

El ciclo de aprendizaje se basa en la teoría de Piaget de que “los chicos necesitan aprender de experiencias concretas, en concordancia a su desarrollo cognitivo”, y, en el modelo de aprendizaje experiencial y reflexivo propuesto por David Kolb [18]. Se propone que un aprendizaje sea experiencial, para que sea activo y genere cambios en la persona y en su entorno; y, reflexivo para, en relación a conocimientos previos, sintetizar progresivamente las ideas surgidas, compararlas, y, comprender su contenido, para mejorar destrezas y competencias en la práctica [18].

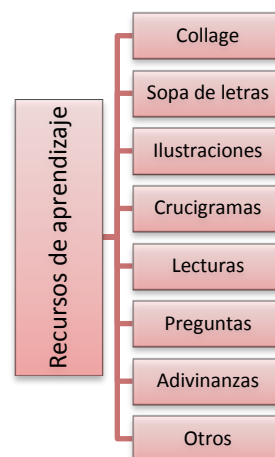
El ciclo de aprendizaje [18], [19], [20], y, [21], según Kolb, consta de 4 fases, de un comportamiento circular no necesariamente repetitivo (ver Figura 2.2). La fase de experiencia activa los conocimientos previos, y, despierta el interés por el tema. En esta fase se recomienda programar actividades tales como: presentación de fotos, exhibición de videos, descripción de ejemplos reales, referencia de noticias, realizar dinámicas, etc. La fase de reflexión se relaciona los conocimientos previos con el nuevo conocimiento, a través de mapas conceptuales, la elaboración de hipótesis, los trabajos grupales, y, la formulación de preguntas. En la fase de conceptualización, se definen los conceptos en sí, empleando diversos recursos y organizadores. Finalmente, en la etapa de aplicación el conocimiento adquirido se emplea en la resolución de problemas y la explicación de nuevas situaciones (ejercicios y prácticas, planificación y ejecución de proyectos o trabajos, etc.).



**Figura 2.2.** Fases del ciclo de aprendizaje, según Kolb.  
Fuente: diseño de los autores

### 2.2.3. Selección de los recursos de enseñanza a utilizar en el diseño de la guía.

Para el diseño de cada uno de los apartados de la guía propuesta, se utilizará diversos recursos de aprendizaje [22], los cuales se muestran en la Figura 2.3.



**Figura 2.3.** Recursos para el aprendizaje utilizado en la guía.  
Fuente: diseño de los autores

El **collage** es un conjunto de fotos, imágenes, y, palabras, que permiten representar conceptos o ideas. Este recurso se utilizará para describir el funcionamiento de las diversas tecnologías de aprovechamiento de la energía solar.

La utilización del recurso denominado **sopa de letras** permitirá familiarizarse con el empleo del vocabulario técnico empleado en la gestión de energía solar (ver Figura 2.4).



**Figura 2.4.** Ejemplo de una sopa de letras, potencialmente utilizable en la guía propuesta.  
Fuente: diseño de los autores

La **lluvia de ideas**, debidamente aplicada, facilitará el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. Las competencias así adquiridas, serán reforzadas con ayuda de mapas conceptuales, y, preguntas.

Los **crucigramas** permitirán consolidar ideas secundarias a partir de una idea principal (ver Figura 2.5).

Resuelve el siguiente crucigrama:

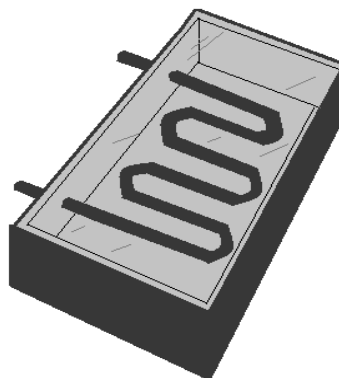
					T				
					E				
					R				
					M				
					O				
					S				
					O				
					L				
					A				
					R				

**Claves:**

- Dispositivo diseñado para captar la energía térmica radiada por el Sol.
- Elemento que permite conducir el agua entre el colector y el acumulador, en un sistema termosolar
- Efecto que se utiliza en un sistema termosolar, para garantizar el flujo constante de agua hacia el colector.
- Función que cumple el depósito o acumulador de agua caliente, en un sistema termosolar.
- Se aprovecha la energía térmica del Sol para producir \_\_\_\_\_.
- El uso más común de la energía termosolar
- Color utilizado para pintar los colectores solares, dado que absorbe mejor el calor.
- Uno de los usos de la energía termosolar.
- Depósito en el que se almacena el agua caliente, en un sistema termosolar, antes de su consumo.
- Material más utilizado en las cubiertas de los colectores, debido a su capacidad de concentrar la radiación solar..

**Figura 2.5.** Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.  
Fuente: diseño de los autores

Otro de los recursos importantes a emplear, serán las **ilustraciones**, ya que debido a la influencia de los medios masivos se ha creado un acostumbramiento a las imágenes para recibir y elaborar un mensaje; por la naturaleza de la guía serán de diseño propio (ver Figura 2.6 y 2.7).



**Figura 2.6.** Ejemplo de una ilustración a emplear en la guía didáctica.

Fuente: diseño de los autores



**Figura 2.7.** Ejemplo de una ilustración a emplear en la guía didáctica.

Fuente: diseño de los autores

#### **2.2.4. Propuesta programática para el diseño de la guía didáctica.**

Como parte de la alfabetización en el aprovechamiento de energía solar, orientada a chicos cuyas edades están comprendidas entre los niveles K12-K14, se propuso la realización de una guía didáctica; para su diseño entonces, es importante tener en consideración dos ámbitos: El diseño de formato visual, y, la planificación de contenidos.

#### **2.2.4.1. *Diseño de formato visual.***

Como se lo indicó anteriormente los contenidos de la guía didáctica están apoyados con ilustraciones, como parte de los recursos de enseñanza a utilizar, y, colores, que harán una herramienta atractiva y llamativa hacia los dirigidos.

Se ha incluido en la elaboración de la guía didáctica, el uso de colores de fondo en las hojas de la misma, para esto se ha considerado la cromoterapia que sostiene que los colores son estímulos visuales que pueden generar diversas reacciones en el organismo y en el estado de ánimo, los efectos se deben a la percepción de las distintas frecuencias de onda de luz. Los expertos en cromoterapia recomiendan el color amarillo en tonos pasteles y alternando con otros colores, es muy recomendable porque favorece la concentración y el desarrollo intelectual. También es importante tomar en cuenta que los colores frescos (azul, verde o combinación), poco saturados favorecen para fijar la concentración, debido a que transmiten un ambiente de tranquilidad y relajación [23]. Por tanto, se ha tenido en cuenta estos colores para utilizarlos en cada capítulo de la guía didáctica, en lugar de otros que no serán útiles para el objetivo que es fijar la concentración de los chicos en los temas.

#### **2.2.4.2. *Planificación de contenidos.***

Consta de una planificación general (mapa de conocimientos) y un plan de lección por tema. La planificación general, reúne el contenido programático, es decir, el objetivo general del capítulo y los objetivos específicos para cada uno de los contenidos (ver Tabla 2.1). En la planificación por tema se detalla, además de los objetivos, las estrategias metodológicas y recursos específicos a utilizar. Toda esta planificación corresponde a los criterios explicados en los apartados anteriores (ver Tabla 2.2-2.7)

**Tabla 2.1.** Planificación por capítulos para la guía didáctica a diseñar.

Capítulos		Objetivo General	Contenidos	Objetivos por lección
Nº	Nombre			
1	Energías Renovables	Reconocer y valorar la importancia de la utilización de las energías renovables.	1.1 Conceptos básicos 1.2 Clasificación de las fuentes de energías renovables 1.3 Ventajas y desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir definiciones básicas relacionadas con las energías renovables.</li> <li>• Identificar los tipos de fuentes de energías renovables.</li> <li>• Reconocer las ventajas y desventajas en el uso de energías renovables.</li> </ul>
2	Energía Solar	Evaluar la importancia de la energía solar, y, reconocer sus principales usos.	2.1 Definiciones generales de energía solar. 2.2 Nuevos usos de la energía solar 2.3 Ventajas y desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar en qué consiste y como se obtiene la energía solar.</li> <li>• Identificar los nuevos usos de la energía solar en la vida cotidiana.</li> <li>• Analizar las ventajas y desventajas de la energía solar.</li> </ul>
3	Energía Solar Fotovoltaica	Describir el funcionamiento y aplicación de los sistemas fotovoltaicos, en la generación de energía eléctrica.	3.1 Definiciones básicas de circuitos eléctricos. 3.2 Sistema fotovoltaico 3.3 Aplicaciones del uso de energía fotovoltaica. 3.5 Ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interiorizar las definiciones básicas de circuitos eléctricos.</li> <li>• Comprender y aplicar nociones básicas de un sistema fotovoltaico.</li> <li>• Describir algunas aplicaciones de energía fotovoltaica.</li> <li>• Describir las ventajas y desventajas de la utilización de energía solar fotovoltaica.</li> </ul>
4	Energía Termosolar	Explicar el funcionamiento de los sistemas termosolares para la provisión de ACS.	4.1 Sistema termosolar 4.2 Ventajas y desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el funcionamiento de un sistema termosolar, e, identificar sus elementos principales.</li> <li>• Analizar las ventajas y desventajas del uso de la energía termosolar.</li> </ul>
5	Iluminación natural	Describir el funcionamiento y aplicación de un sistema de iluminación natural, utilizando concentradores solares.	5.1 Nociones básicas de espectro visible de luz. 5.2 Ventajas y desventajas de los sistemas de iluminación natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las definiciones básicas de espectro visible.</li> <li>• Conocer las ventajas y desventajas de los sistemas de iluminación natural.</li> </ul>
6	Radiación UV	Reconocer las principales definiciones de radiación UV, e, identificar las posibles aplicaciones.	6.1 Definiciones generales de radiación ultravioleta UV. 6.2 Aplicaciones, ventajas y desventajas de la radiación UV.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar las definiciones generales de la radiación UV.</li> <li>• Identificar las posibles aplicaciones de la radiación UV, y, reconocer sus ventajas y desventajas.</li> </ul>

Fuente: diseño de los autores.

**Tabla 2.2.** Plan de lección para el capítulo 1 de la guía didáctica a diseñar.

Capítulos		Objetivo	Estrategias metodológicas a utilizar	Recursos a utilizar
Nº	Contenidos			
1 Energías Renovables	1.1 Conceptos	Construir definiciones básicas relacionadas con las energías renovables.	<p><i>Motivación:</i> Trabalenguas</p> <p><i>Experiencial:</i> Lectura: “El chico del no y el agua”</p> <p><i>Reflexión:</i> Subrayar ideas principales y responder una pregunta.</p> <p><i>Aplicación:</i> Construir los conceptos de energías renovables, utilizando las palabras indicadas en cada recuadro.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.
	1.2 Clasificación de las fuentes de energías renovables	Identificar los tipos de fuentes de energías renovables.	<p><i>Motivación:</i> Sopa de letras</p> <p><i>Experiencial:</i> Colorear las diferentes fuentes de energía renovable que se muestra en el paisaje.</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder las preguntas: ¿por qué ciertas formas de energía se denominan renovables?, y, ¿las energías renovables se encuentran en un solo lugar?</p> <p><i>Aplicación:</i> Emparejar con una línea, el tipo de energía renovable y sus características:</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.
	1.3 Ventajas y desventajas	Reconocer las ventajas y desventajas en el uso de energías renovables.	<p><i>Motivación:</i> Observar el gráfico</p> <p><i>Experiencial:</i> Responder la interrogante de acuerdo a la motivación: ¿qué diferencias encuentras entre el uso de energía renovable y la no renovable?</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder las preguntas: ¿cuáles son las ventajas del uso de energía renovable?, y, ¿cuáles son las desventajas del uso de energía renovable?</p> <p><i>Aplicación:</i> Realizar un mapa conceptual de las ventajas y desventajas de las energías renovables.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.

Fuente: diseño de los autores.

**Tabla 2.3.** Plan de lección para el capítulo 2 de la guía didáctica a diseñar.

Capítulos		Objetivo	Estrategias metodológicas a utilizar	Recursos a utilizar
Nº	Contenidos			
2 Energía Solar	2.1 Definiciones generales de energía solar.	Explicar en qué consiste y cómo se obtiene la energía solar.	<p><i>Motivación:</i> Lectura sobre la aurora boreal.</p> <p><i>Experiencial:</i> Lluvia de ideas</p> <p><i>Reflexión:</i> Dar respuesta a 2 interrogantes: ¿puede agotarse la energía solar?, y, ¿cómo influye el Sol en los seres vivos?</p> <p><i>Aplicación:</i> Completar definiciones, usando la palabra correcta.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.
	2.2 Nuevos usos de la energía solar	Identificar los nuevos usos de la energía solar en la vida cotidiana.	<p><i>Motivación:</i> Colorear una imagen que muestra el aprovechamiento de la energía solar para proveer de ACS.</p> <p><i>Experiencial:</i> Completar un Sol didáctico</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder la pregunta: ¿cómo podemos captar la energía solar?</p> <p><i>Aplicación:</i> Realizar un collage</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.
	2.3 Ventajas y desventajas	Analizar las ventajas y desventajas de la energía solar.	<p><i>Motivación:</i> Sopa de letras</p> <p><i>Experiencial:</i> Responder con un verdadero o falso, a algunas afirmaciones.</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder a las siguientes interrogantes: ¿la energía solar tiene la misma intensidad a cualquier hora del día?, ¿cuáles son las ventajas y desventajas en el uso de la energía solar?</p> <p><i>Aplicación:</i> Realizar un mapa conceptual</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.

Fuente: diseño de los autores.



**Tabla 2.4.** Plan de lección para el capítulo 3 de la guía didáctica a diseñar.

Capítulos		Objetivo	Estrategias metodológicas a utilizar	Recursos a utilizar
Nº	Contenidos			
3 Energía Solar Fotovoltaica: Aplicación	3.1 Definiciones básicas de circuitos eléctricos	Interiorizar las definiciones básicas de circuitos eléctricos.	<p><i>Motivación:</i> Conectar elementos de un circuito eléctrico y responder las siguientes preguntas: ¿Conoces el funcionamiento de una lámpara? ¿Conoces el funcionamiento de una batería? ¿Cómo conectarías la batería y las lámparas, para que estas brillen? ¿Por qué la lámpara brilla cuando el interruptor se cierra? ¿Por qué la lámpara deja de brillar cuando el interruptor se abre?</p> <p><i>Experiencial:</i> Lectura: “Analogías para comprender la electricidad”</p> <p><i>Reflexión:</i> Etiquetar los parámetros de un esquema que relaciona parámetros hidráulicos con su equivalente eléctrico.</p> <p><i>Aplicación:</i> Completar las definiciones.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.
	3.2 Sistema fotovoltaico	Comprender y aplicar nociones básicas de un sistema fotovoltaico.	<p><i>Motivación:</i> Colorear una ilustración relacionada con paneles solares.</p> <p><i>Experiencial:</i> Observar un gráfico sobre el proceso de obtención de energía fotovoltaica</p> <p><i>Reflexión:</i> Describir la obtención de energía solar fotovoltaica, empleando un diagrama de proceso.</p> <p><i>Aplicación:</i> Realizar la práctica con los aditamentos especiales para este módulo, correspondiente a paneles solares.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones. Aditamentos especiales (Paneles solares).
	3.3 Aplicaciones del uso de energía fotovoltaica.	Describir algunas aplicaciones de energía fotovoltaica.	<p><i>Motivación:</i> Resolver un crucigrama.</p> <p><i>Experiencial:</i> Completar un Sol didáctico.</p> <p><i>Reflexión:</i> Dar respuesta a 2 interrogantes: ¿crees que la energía fotovoltaica puede ser utilizada en tu entorno?, y, ¿en qué lugares puede ser implementada?</p> <p><i>Aplicación:</i> Realizar una práctica con los aditamentos especiales para este módulo, correspondiente a paneles solares.</p>	Guía didáctica. Aditamentos especiales (Paneles solares, y cargas).
	3.4 Ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica	Describir las ventajas y desventajas de la utilización de energía solar fotovoltaica.	<p><i>Motivación:</i> Descubrir el mensaje oculto.</p> <p><i>Experiencial:</i> Realizar un gráfico representativo de las ventajas y desventajas del uso de la energía fotovoltaica.</p> <p><i>Reflexión:</i> Contestar a una interrogante de acuerdo a la experiencia: ¿pudiste identificar más ventajas que desventajas?</p> <p><i>Aplicación:</i> Elaborar un diagrama T.</p>	Guía didáctica Ilustraciones.

Fuente: diseño de los autores.

**Tabla 2.5.** Plan de lección para el capítulo 4 de la guía didáctica a diseñar.

Capítulos		Objetivo	Estrategias metodológicas a utilizar	Recursos a utilizar
Nº	Contenidos			
4 Energía Termosolar: Aplicación	4.1 Sistema termosolar	Explicar el funcionamiento de un sistema termosolar, e, identificar sus elementos principales.	<p><i>Motivación:</i> Colorear un gráfico que explica uno de los posibles usos de energía termosolar en el hogar.</p> <p><i>Experiencial:</i> Realizar la actividad sílaba constante.</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder 2 interrogantes: ¿qué relación existe entre el Sol y el calor?, y, ¿qué importancia tienen la luz y el calor del Sol en nuestro planeta?</p> <p><i>Aplicación:</i> Resolver un crucigrama, y, el uso de los aditamentos especiales disponibles en el kit, para el apartado termosifón</p>	Guía didáctica. Aditamentos especiales (Termosifón).
	4.2 Ventajas y desventajas	Analizar las ventajas y desventajas de la energía termosolar.	<p><i>Motivación:</i> Identificar los elementos principales de un sistema termosolar en una ilustración y contestar algunas interrogantes: ¿por qué tengo que instalar un depósito o acumulador?, y, ¿qué sucede con la provisión de ACS durante la noche, o, en los días nublados?</p> <p><i>Experiencial:</i> Responder 3 interrogantes: ¿para qué actividades utilizas agua caliente? ¿cuántos litros aproximadamente utilizas?, y, ¿qué tan grande debería ser un sistema termosolar para cubrir tus necesidades de agua caliente?</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder 2 interrogantes: ¿el sistema termosolar provee de agua caliente durante el día y la noche?, y, ¿en qué lugar de tu hogar podrías colocar un sistema termosolar?</p> <p><i>Aplicación:</i> Explicar las ventajas y desventajas de la energía termosolar, utilizando las palabras indicadas en un recuadro.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.

Fuente: diseño de los autores.

**Tabla 2.6.** Plan de lección para el capítulo 5 de la guía didáctica a diseñar.

Capítulos		Objetivo	Estrategias metodológicas a utilizar	Recursos a utilizar
Nº	Contenidos			
5 Espectro Visible: Aplicación	5.1 Nociones básicas sobre espectro visible de luz.	Conocer las definiciones básicas de espectro visible.	<p><i>Motivación:</i> Ordenar letras y encontrar las palabras correctas.</p> <p><i>Experiencial:</i> Sopa de letras.</p> <p><i>Reflexión:</i> Dar respuesta a la interrogante ¿qué es para ti la luz?</p> <p><i>Aplicación:</i> Construye un prisma solar casero, y, el uso de los aditamentos especiales disponibles en el kit, para el apartado de iluminación natural.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones. Aditamentos especiales (Concentrador solar).
	5.3 Ventajas y desventajas de los sistemas de iluminación natural solar.	Conocer las ventajas y desventajas del uso de los sistemas de iluminación natural solar.	<p><i>Motivación:</i> Palabras coladas.</p> <p><i>Experiencial:</i> Observar una ilustración y responder ¿cómo iluminar ese edificio?</p> <p><i>Reflexión:</i> Dar respuesta a 2 interrogantes: ¿cuáles son las ventajas de utilizar sistemas de iluminación natural solar?, y, ¿cuáles son las desventajas?</p> <p><i>Aplicación:</i> Elaborar un diagrama en T de las ventajas y desventajas.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.

Fuente: diseño de los autores.

**Tabla 2.7.** Plan de lección para el capítulo 6 de la guía didáctica a diseñar.

Capítulos		Objetivo	Estrategias metodológicas a utilizar	Recursos a utilizar
Nº	Contenidos			
6 Radiación Ultravioleta	6.1 Definiciones generales de radiación UV	Explicar las definiciones generales de radiación UV.	<p><i>Motivación:</i> Adivinanza</p> <p><i>Experiencial:</i> Completar una lluvia de ideas.</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder a 3 interrogantes: ¿qué sucede si te expones demasiado al Sol?, ¿cómo afecta la radiación UV a la salud de las personas?, y, ¿qué medidas pondrías en práctica para evitar la sobreexposición a la radiación UV?</p> <p><i>Aplicación:</i> Resolver un crucigrama.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.
	6.2 Aplicaciones, ventajas y desventajas de la radiación ultravioleta.	Identificar las aplicaciones de la radiación UV, y, reconocer sus ventajas y desventajas.	<p><i>Motivación:</i> Completar la palabra correcta, pintando del mismo color las sílabas que completen una palabra.</p> <p><i>Experiencial:</i> Responder con verdadero o falso a algunas afirmaciones.</p> <p><i>Reflexión:</i> Responder a 2 interrogantes: ¿cómo utilizarías la radiación UV en tu entorno?, y, ¿cuáles consideras que son las ventajas y desventajas de la radiación UV?</p> <p><i>Aplicación:</i> Observar las imágenes y explicar el proceso de purificación del agua, con radiación UV.</p>	Guía didáctica. Ilustraciones.

Fuente: diseño de los autores.

## **CAPÍTULO 3**

### **3. PLANES DE LECCIÓN PARA LA GUÍA DIDÁCTICA**

### 3.1. Introducción

En este apartado, se describe el diseño de planes de lección para la guía didáctica. Se planteó 6 capítulos o apartados: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica, energía termosolar, sistemas de iluminación natural empleando concentradores solares, y, radiación ultravioleta.

### 3.2. Propuesta para el apartado de energías renovables

En este apartado, se propone lograr como objetivo, el reconocer y valorar la importancia de la utilización de las energías renovables.

El objetivo propuesto, se construye a través de 3 lecciones: conceptos básicos de energías renovables, clasificación de las fuentes de energía renovable, y, ventajas y desventajas de las energías renovables.

En los apartados siguientes, se describe el plan para cada una de las lecciones propuestas. En la elaboración de la propuesta, se utilizó los conceptos y términos recomendados por el Ministerio de Educación del Ecuador [24], [25], y, [26].

#### 3.2.1. Plan para la lección sobre conceptos básicos de energías renovables.

En esta lección se pretende construir las definiciones básicas relacionadas con las energías renovables, como fundamento para el desarrollo y comprensión de las temáticas a abordar en la guía.

##### 3.2.1.1. *Motivación.*

De entre las opciones existentes para la motivación, se decidió utilizar trabalenguas [27] y [28], ya que favorece la fluidez lectora, facilita adquirir rapidez en el habla, y, permite ampliar el vocabulario de los chicos.

*Intenta mencionar los siguientes trabalenguas, lo más rápido posible.*

- *¡Saca el saco de sal al Sol que se seque!*
- *Invento un viento venteado, un venteado viento invento. Vendo mi venteado viento, mi inventado viento vendo.*

### 3.2.1.2. *Experiencia.*

Para sustentar la fase experiencial de la temática tratada, se decidió incluir la lectura “el chico del No y el agua” [29]. Una lectura estimula el lenguaje, la imaginación, y, la reflexión del chico, además de permitir la obtención de información, el desarrollo de la memoria, la ampliación del vocabulario, el mejoramiento de la ortografía y de la capacidad de análisis.

*Érase una vez un muchacho muy desobediente al que su familia llamaba "el chico del No", porque cada vez que le ordenaban hacer algo, por ejemplo cuando le decían que apagara la televisión él respondía: "ahora, ahora", pero no se movía del asiento. Siempre hacía lo contrario.*

*Un día de esos en los que tienes la sensación de que va a ocurrir algo mágico "el chico del No" abrió el grifo del lavabo para lavarse la manos, dejando el grifo abierto. Su madre, al oír caer el agua desde la cocina, le dijo: "¡Cierra el grifo!", y "el chico del No" respondió "ahora, ahora" y siguió viendo la tele. Al cabo de un buen rato, "el chico del No" sintió sed y gritó desde el sillón: "mamá, tráeme un vaso de agua", pero nadie respondió, refunfuñando, se levantó para beber un vaso de agua pero, cuál fue su sorpresa cuando, al abrir el grifo, no cayó ni una gota.*

*"¿Dónde está el agua?", se preguntó, y empezó a buscarla por todas partes. La buscó en los cajones, en los armarios, y hasta miró por la ventana por si el agua se había ido de paseo. Entonces pensó: "grifo tonto, seguro que se ha atascado", y metió uno de sus dedos en el grifo para comprobarlo; en aquel momento, "el chico del No" se convirtió en una gota de agua y se coló por el desagüe.*

*Mientras se deslizaba por las tuberías como si bajara por un enorme tobogán "el chico del No" gritaba "¡que no sé nadar!" Y estuvo cayendo y cayendo hasta llegar a un río subterráneo. Allí se encontró con otras gotas que le miraban raro. Él decía: "¿qué miráis?", y las gotas respondían "glub, glub". Sin saber hasta dónde iba, recorrió junto a las otras gotas por el río subterráneo hasta llegar a una laguna, donde millones de gotas esperaban.*

*- "¿Qué hacéis aquí?" - preguntó "el chico del no". Y las gotas respondían: "Glub, glub". Una gota que hablaba el lenguaje de los chicos, se acercó y le dijo:*

*- "Vamos a crear electricidad".*

*- "¿Para qué?", preguntó el chico.*

*- "Para muchas cosas", respondió la gota. "Para que tengas luz en tu casa, para que los electrodomésticos, como la nevera o la lavadora funcionen... ¿Quieres ayudarnos? Ninguna gota sobra".*

*Y "el chico del no", para no variar, contestó: "no. Prefiero irme a mi casa a jugar".*

*"Pues para eso hace falta electricidad", le explicó la gota.*

*De repente, una gota que parecía mandar más que las otras gotas, dio la orden y todas las gotas se prepararon para crear energía. Como si fueran una sola, se abalanzaron contra una pared, formando montañas de espuma, mientras el chico del no las observaba desde atrás. Miraba cómo trabajaban juntas, cómo sudaban la gota gorda para que él pudiera tener electricidad en su casa y recordó lo que le había dicho la gota que hablaba el idioma de los chicos: "ninguna gota sobra". Y sintió por dentro algo que sólo se puede sentir en uno de esos días en que algo mágico puede ocurrir: sintió la necesidad de ayudar. Y se unió al resto de las gotas para crear energía.*

*Cuando hubo terminado, se coló por una cañería y regresó nuevamente al grifo de su casa y se transformó en chico nuevamente. Dio muchos besos y abrazos a sus padres y, aunque ellos no creyeron su historia, comprobaron que algo había cambiado, porque si le pedían que apagara la luz, en lugar de decir "ahora, ahora...", decía "ahorra, ahorra..." y la apagaba corriendo, pues había comprendido la importancia de ahorrar energía y el enorme esfuerzo que suponía crearla. Y con el tiempo dejaron de llamarle "el chico del no" y recuperó su nombre.*

### 3.2.1.3. Reflexión.

Para apoyar la reflexión de los chicos, se propuso solicitarles subrayar las ideas principales de la lectura, y, encontrar la respuesta a la interrogante *¿qué lección obtuvo el chico del No de esta aventura?* La técnica del subrayado ayuda a localizar, captar, y, asimilar las ideas principales de un texto.

### 3.2.1.4. Conceptualización.

Con la intención de formalizar los conceptos básicos de las energías renovables, se propuso la redacción de una ayuda memoria que permita “resumir” lo aprendido en esta lección.

*En nuestro planeta hay ciclos que se repiten diariamente, produciendo energía que puede ser transformada y utilizada en algo útil para los seres humanos. Esta forma de obtener energía es amigable con el medio ambiente, debido a que no produce emisiones contaminantes.*

*Para dialogar sobre energías renovables, utilizamos algunos conceptos como:*

- **Energía:** es la capacidad que tienen los cuerpos para producir un trabajo; es decir, para obrar, transformar, o, poner en movimiento [30].
- **Fuente de energía:** se conoce así a todo cuerpo o sistema que contenga energía, y, que pueda entregarla a través de una transformación.
- **Fuentes naturales:** son aquellas fuentes capaces de regenerarse por medios naturales. Estas fuentes se consideran inagotables dado su constante regeneración en el tiempo [31].
- **Energía renovable:** es la energía que se obtiene de fuentes naturales [32].
- **Emisiones contaminantes:** el término contaminante se refiere a cualquier sustancia agregada al medio ambiente de tal manera que, produzca efectos negativos sobre los seres humanos, las plantas, los animales, o, los objetos [33].

### 3.2.1.5. Aplicación.

Para reforzar los conocimientos adquiridos, se decidió solicitar a los chicos relacionar una serie de palabras en un concepto concerniente a las energías renovables, incentivando a que los chicos “construyan” sus propias definiciones.

Construye tus conceptos de energías renovables, utilizando las palabras indicadas en cada recuadro:

capacidad	trabajo	transformar
regenerarse	inagotables	tiempo
contaminante	sustancia	efectos

### 3.2.2. Plan para la lección sobre clasificación de las fuentes de energía renovable.

En esta lección se identifica los tipos de fuentes de energía renovable.

#### 3.2.2.1. Motivación.

Para la motivación, se requirió utilizar una sopa de letras, que permite a los chicos aprender nuevas palabras y agilizar la lecto-escritura. La sopa de letras fue elaborada por los autores.

Encuentra las palabras mostradas en el recuadro, en la sopa de letras

A	G	U	D	E	R	D	F	N	S	A	G	T	V	F
Z	H	N	O	S	P	Z	M	P	Z	W	E	Q	M	O
H	I	D	R	O	E	L	E	C	T	R	I	C	A	T
G	K	I	J	L	T	A	C	A	G	U	P	A	J	O
G	L	M	D	A	R	S	D	I	L	R	H	R	O	V
H	U	O	L	R	O	N	W	X	A	A	R	B	F	O
J	O	T	E	B	L	T	C	L	J	D	A	O	N	L
G	C	R	D	A	E	R	O	N	V	I	E	N	S	T
U	L	I	O	L	O	S	R	U	L	A	R	I	T	A
I	E	Z	Y	E	O	L	I	C	A	C	R	P	M	I
K	R	S	P	M	X	N	Z	L	V	I	U	T	Y	C
L	Z	J	R	A	I	I	I	E	G	O	F	Z	R	A
Ñ	W	E	R	V	L	V	T	A	P	N	K	L	X	Q
O	T	A	M	D	O	C	U	R	M	U	B	Y	A	B
G	E	O	T	E	R	M	I	C	A	V	O	P	W	E

hidroeléctrica
solar
eólica
nuclear
termosolar
fotovoltaica
radiación UV
geotérmica
carbón
petróleo
gas

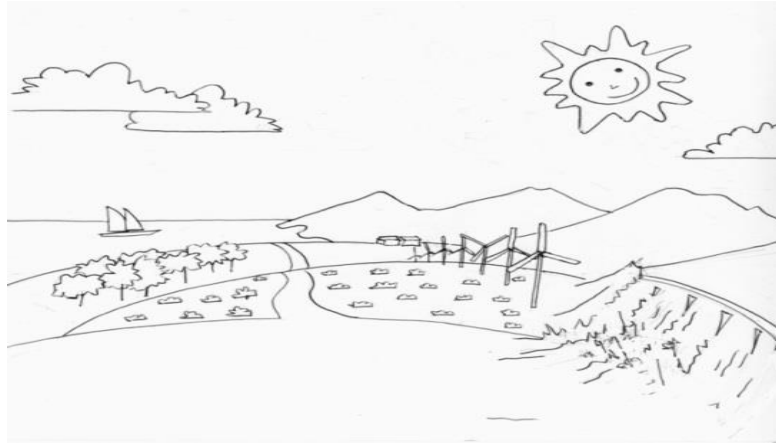
**Figura 3.1.** Sopa de letras utilizada como motivación.  
Fuente: diseño de los autores

#### 3.2.2.2. Experiencia.

Para la experiencia, se propuso que los chicos coloreen un dibujo especialmente diseñado por los autores, que relaciona las distintas fuentes de energía renovable. Con esta actividad el chico podrá conservar en su memoria, en forma gráfica, cada una de las energías renovables, expresar su estilo, y, desarrollar cierta forma de disciplina.



Colorea las diferentes fuentes de energía renovable que se muestran en el paisaje.



**Figura 3.2.** Dibujo que relaciona las distintas fuentes de energía renovable.

Fuente: diseño de los autores

### 3.2.2.3. Reflexión.

En el apartado de reflexión, se solicitó a los chicos las respuestas a 2 interrogantes: ¿por qué ciertas formas de energía se denominan renovables?, y, ¿las energías renovables se encuentran en un solo lugar?

### 3.2.2.4. Conceptualización.

La información relevante de esta lección, se formalizó en una ayuda memoria.

*La Tierra recibe energía del Sol. Esta energía se manifiesta en forma de calor, produce los vientos y las mareas, etc. Esta energía puede ser aprovechada de distintas formas.*

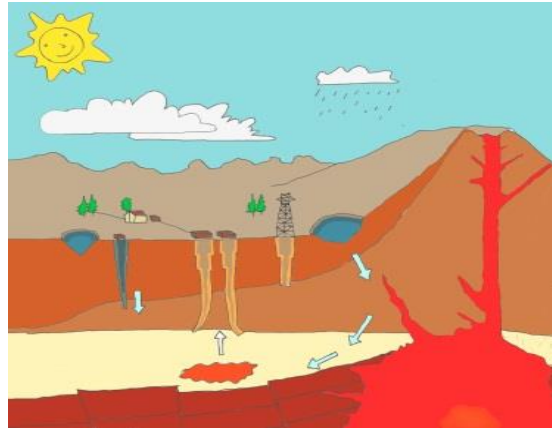
*Se conoce como **energía eólica** a aquella que proviene del viento. El viento se origina en la diferencia de temperatura y presión. Las brisas marinas son ocasionadas por la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra. Los vientos de montaña se producen por el calentamiento de las montañas, que afecta la densidad del aire, y, que hace que el viento suba por la ladera de la montaña, o, que baje por esta, dependiendo de la hora del día [34], [35]. En nuestro país, muy cerca de la ciudad de Loja, se construyó la primera central eólica de altura en el mundo.*



**Figura 3.3.** Parque eólico Villonaco.

Fuente: <http://lojacity.com/parque-eolico-loja/>

En el aprovechamiento de **energía geotérmica**, se utiliza vapor de agua producido por el calor interno de la Tierra. Generalmente, en un sistema de energía geotérmica, el proceso utiliza 2 pozos: en el primero se obtiene el vapor de agua, y, en el segundo se reinyecta el agua utilizada, con lo que se consigue que el proceso no cese [35], [36].



**Figura 3.4.** Planta geotermal.  
Fuente: diseño de autores

La **energía hidroeléctrica** se obtiene al aprovechar el movimiento del agua. Cuando el Sol calienta la Tierra, el agua del mar y lagos se evapora, asciende hacia la atmósfera, es impulsada por el viento hacia las regiones montañosas, se enfría y condensa, y, cae en forma de lluvia. La lluvia alimenta ríos, cuyas aguas pueden ser almacenadas en presas, y, aprovechadas para generar energía eléctrica al mover las aspas de una turbina [35], [37]. La mayor parte de la energía eléctrica que se utiliza en Ecuador, proviene de este tipo de aprovechamiento.



**Figura 3.5.** Hidroeléctrica Paute.  
Fuente:  
[http://blog.espol.edu.ec/chabelitalitardo/files/2009/01/100\\_0320.jpg](http://blog.espol.edu.ec/chabelitalitardo/files/2009/01/100_0320.jpg)

La **energía solar** se obtiene de la conversión de la radiación solar en otras formas útiles de energía, tales como la electricidad o el calor. El aprovechamiento de la energía solar se basa en utilizar diversos segmentos de la radiación solar. Entre las tecnologías solares más actuales se incluye la generación fotovoltaica, el calentamiento termosolar, el aprovechamiento de la radiación UV, y, la iluminación solar.



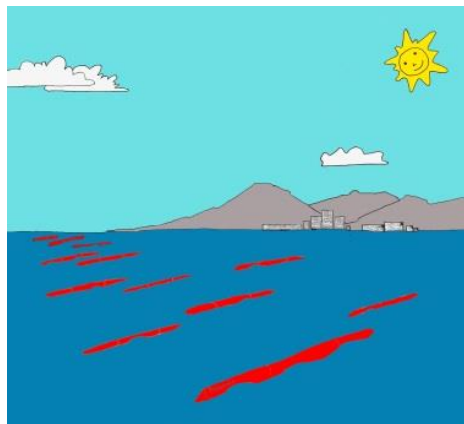
**Figura 3.6.** Sistema de energía fotovoltaico instalado en una casa.  
Fuente: diseño de los autores

Aprovechar la energía existente en la **biomasa**, implica utilizar la materia orgánica proveniente de la actividad maderera o agrícola. En nuestro medio, se podría aprovechar el bagazo, los residuos de las bananeras, entre otros. La materia orgánica se emplea directamente, o, a través de transformación en otras sustancias que se aprovecharán como combustibles o alimentos [35].



**Figura 3.7.** Obtención del bagazo.  
Fuente:<http://chaletvicentino.com/viewtopic.php?f=20&p=6709&start=0>

La **energía undimotriz** aprovecha el movimiento de las olas para la obtención de electricidad. A pesar de su estado experimental, esta forma de energía ofrece como ventaja la posibilidad de mejores predicciones de comportamiento: es más fácil predecir condiciones de oleaje que de viento [35], [38].



**Figura 3.8.** Sistema de superficie articulada para captación de energía undimotriz.  
Fuente: Diseño de los autores

### 3.2.2.5. *Aplicación.*

Con el fin de reforzar los conocimientos adquiridos, se solicitó a los chicos emparejar el tipo de energía renovable con su respectiva característica, lo que permite establecer correspondencia entre términos y conceptos.

*Empareja con una línea, el tipo de energía renovable y sus características:*

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| • <i>Geotérmica</i>     | • <i>Energía que proviene del viento</i>  |
| • <i>Eólica</i>         | • <i>Utiliza la radiación solar</i>   |
| • <i>Undimotriz</i>     | • <i>Se obtiene del aprovechamiento del movimiento del agua.</i>                                  |
| • <i>Hidroeléctrica</i> | • <i>Utiliza el vapor de agua</i>   |
| • <i>Solar</i>          | • <i>Genera electricidad a partir de energía mecánica generada por el movimiento de las olas.</i> |

### 3.2.3. **Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de las energías renovables.**

En esta lección se propone reconocer las ventajas y desventajas en el uso de energías renovables.

#### 3.2.3.1. *Motivación.*

Como motivación se pidió a los chicos observar una ilustración que muestra los efectos de la utilización de energías renovables y no renovables [39]. La observación de gráficos incentiva el aprendizaje y la creatividad, y, facilita relacionar una imagen con la realidad.

Observa el siguiente gráfico:



**Figura 3.9.** Efectos de la utilización de energías renovables y no renovables.

Fuente: <http://aulageek.wordpress.com/2009/09/13/energias-renovables-ventajas-y-desventajas/>

### **3.2.3.2. Experiencia.**

Para la experiencia, se solicitó contestar a la interrogante: *¿qué diferencias encuentras entre el uso de energía renovable y la no renovable?*

### **3.2.3.3. Reflexión.**

Para la reflexión, se propuso solicitar a los chicos dar respuesta a 2 interrogantes: *¿cuáles son las ventajas del uso de energía renovable?* , y, *¿cuáles son las desventajas del uso de energía renovable?*

### **3.2.3.4. Conceptualización.**

Para la conceptualización, se decidió resumir las principales ventajas y desventajas del uso de la energía renovable, empleando un diagrama T.

En el siguiente diagrama T, te presentamos las ventajas y desventajas del uso de las energías renovables [40], [41], [42], y, [43].

**Tabla 3.1.** Ventajas y desventajas del uso de energías renovables.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<i>Seguras: no contaminan, ni son un riesgo para la salud.</i>	<i>Costo: se requiere un capital inicial alto, para implementar estos proyectos.</i>
<i>Inagotables: los recursos que se utilizan se renuevan naturalmente, y se encuentran en gran cantidad en la naturaleza.</i>	<i>Espacio: algunas de estas energías necesitan de un gran espacio para ser implementadas.</i>
<i>Diversas: incluyen recursos como agua, viento, vapor, etc.; que se encuentran presentes en diversos lugares, por lo que su generación se puede realizar en distintos escenarios. Además, contribuyen a diversificar la matriz energética.</i>	<i>Impacto visual: pueden dañar el panorama o paisaje natural.</i>
<i>Responsables: ya que generan energía pero sin afectar al medio ambiente.</i>	<i>Necesitan energías complementarias para asegurar el suministro continuo.</i>
<i>Personales: algunas de ellas pueden ser implementadas por cualquier persona. No necesariamente se requieren grandes empresas ni grandes inversiones para producir un poco de electricidad.</i>	

Fuente: diseño de los autores

### 3.2.3.5. Aplicación.

Como actividad de aplicación, se solicitó a los chicos realizar un mapa conceptual de las ventajas y desventajas de las energías renovables. Un mapa conceptual permite sintetizar y relacionar las ideas principales de un tema.

### 3.3. Propuesta para el apartado de energía solar

En este apartado se propone evaluar la importancia de la energía solar, y, reconocer sus principales usos.

El objetivo propuesto, se construye a través de 3 lecciones: definiciones generales de energía solar, nuevos usos de la energía solar, y, ventajas y desventajas de la energía solar.

### 3.3.1. Plan para la lección sobre definiciones generales de energía solar.

En esta lección se explica en qué consiste y cómo se obtiene la energía solar.

#### 3.3.1.1. Motivación.

Para la motivación, se resolvió que los chicos realicen una lectura sobre la *Aurora boreal*, y, que emitan comentarios en relación al tema.

*La aurora boreal es un fenómeno luminoso que ocurre cuando partículas cargadas (protones y electrones) procedentes del Sol, son guiadas por el campo magnético de la Tierra, e, inciden en la atmósfera, cerca de los polos. Este fenómeno sólo se puede observar cerca de los polos magnéticos. La luz polar del hemisferio norte se llama aurora boreal, mientras que la luz polar del hemisferio sur se denomina aurora austral [44].*



**Figura 3.10.** Aurora boreal.

Fuente:

<http://www.alucine.com/peques/auroras.htm>

*Las auroras boreales son más conocidas que las auroras australes, ya que existen habitantes en el interior del círculo polar ártico – Barrow en Alaska, Tromso en Noruega, Murmansk y Salekhard en Rusia -, quienes pueden evidenciar este fenómeno. En cambio, el territorio Antártico está habitado ocasionalmente, sólo por miembros de expediciones científicas.*

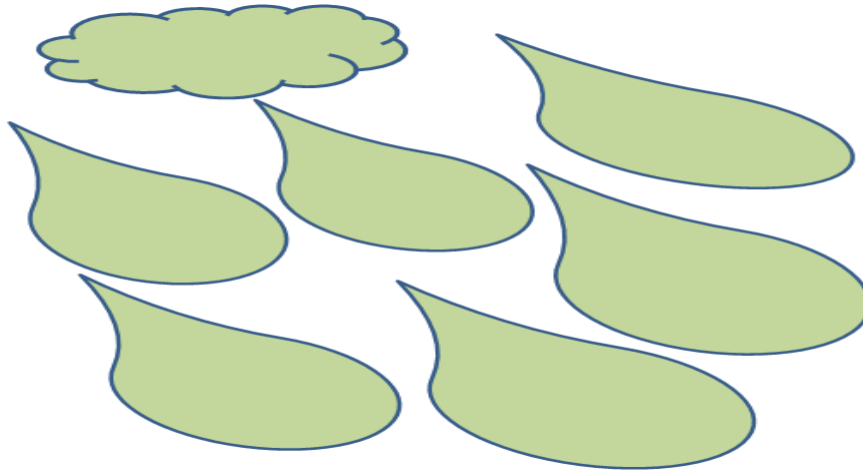
*A menudo, la aurora boreal aparece en forma de una cortina de luz, pero también puede aparecer con forma de arcos o espirales, siguiendo las líneas del campo magnético de la Tierra. La mayoría de auroras, son de color verde, pero a veces se observa un poco de rosa. Los despliegues intensos podrían también ser de color rojo, violeta, o, blanco [45].*

*Pide a tu tutor que te muestre un vídeo de una aurora boreal. ¿Qué te pareció este fenómeno natural? ¿Puedes explicar cómo llega la energía desde el Sol?*

#### 3.3.1.2. Experiencia.

En la experiencia, se propuso que los chicos completen una lluvia de ideas, diseñada por los autores. Esta facilitará el surgimiento de nuevas ideas sobre la energía solar.

La energía proveniente del Sol, que no se comporta como una aurora boreal o austral, cae sobre nuestro planeta, y, permita el florecimiento de la vida en él. Completa la siguiente lluvia de ideas con lo que puedas recordar sobre la relación entre la vida en la Tierra y la energía proveniente del Sol.



**Figura 3.11.** Esquema para lluvia de ideas.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.3.1.3. Reflexión.

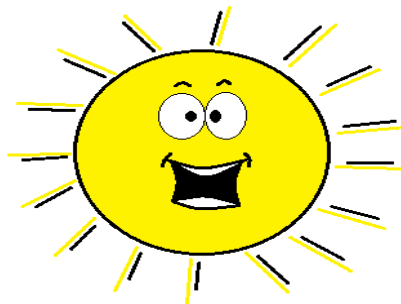
Para el apartado de reflexión, se solicitó a los chicos las respuestas a 2 interrogantes: ¿puede agotarse la energía solar?, y, ¿cómo influye el Sol en los seres vivos?

### 3.3.1.4. Conceptualización.

La información relevante se formalizó en una ayuda memoria.

*La energía aportada por el Sol, proporciona la luz y el calor que, la vida sobre nuestro planeta requiere.*

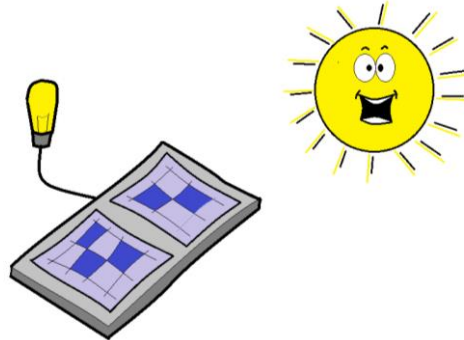
*La energía proveniente del Sol llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, pero sólo 3/4 partes de ella pasan a través de la atmósfera [46].*



**Figura 3.12.** Ilustración del Sol.  
Fuente: diseño de los autores



La energía solar es limpia, y, renovable. En la actualidad, estamos aprendiendo a captar la energía proveniente del Sol, y, a utilizarla en diversas aplicaciones. Por ahora, sólo podemos aprovechar la energía solar absorbida por algún tipo de material, y, transformada en otro tipo de energía: calor y electricidad. El calor para elevar la temperatura de líquidos como el agua, se obtiene en captadores o colectores solares. La electricidad se produce en módulos fotovoltaicos [47].



**Figura 3.13.** Módulo fotovoltaico.  
Fuente: diseño de los autores

La cantidad de energía aportada por el Sol, en un sitio concreto del planeta, depende de la inclinación de la Tierra respecto al Sol (variable a lo largo del año), de las condiciones meteorológicas, y, de la hora del día.

Debido a la naturaleza intermitente de la radiación solar, durante los períodos de baja demanda o en la noche, la energía obtenida del Sol debe almacenarse, para cubrir las necesidades cuando la disponibilidad sea insuficiente. Los acumuladores o baterías pueden servir para almacenar el excedente de energía eléctrica producida por dispositivos solares [48].

### 3.3.1.5. Aplicación.

Para de reforzar los conocimientos adquiridos, se solicitó a los chicos completar definiciones de la temática tratada.

Completa las siguientes definiciones, usando la palabra correcta:

Calor    energía    batería    radiación    renovable    fotovoltaico    captación

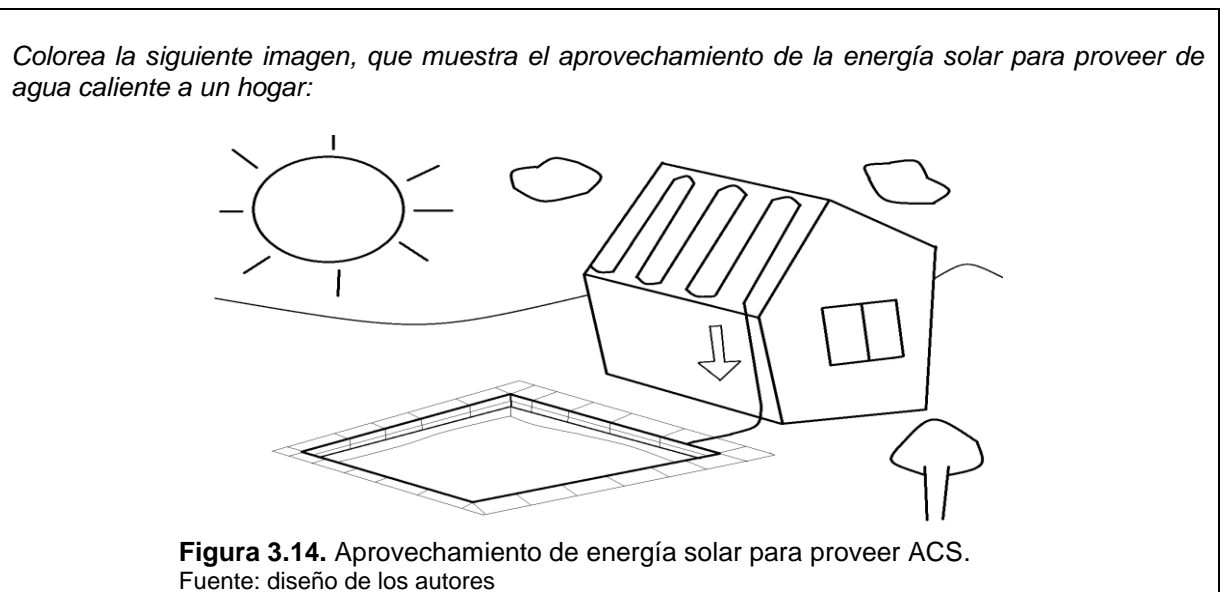
- La energía solar es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la..... electromagnética procedente del Sol.
- Un módulo..... produce electricidad.
- La vida sobre nuestro planeta requiere luz y.....
- La.....sirve para almacenar la energía producida por los paneles solares.
- El Sol constituye una fuente de..... permanente.
- El Sol es una fuente de energía....., porque virtualmente siempre estará disponible.
- El primer paso para el aprovechamiento de la energía solar, es su.....

### 3.3.2. Plan para la lección sobre nuevos usos de la energía solar.

Esta lección permite identificar los nuevos usos de la energía solar en la vida cotidiana.

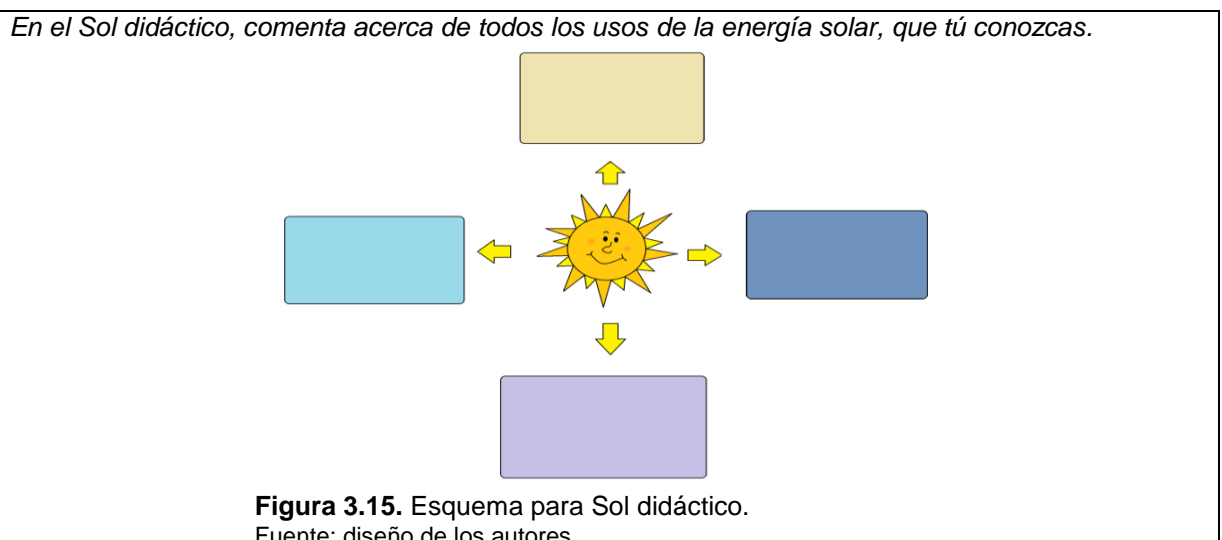
#### 3.3.2.1. Motivación.

Para la motivación se pidió que los chicos coloreen un dibujo, diseñado por los autores, que muestra uno de los usos de la energía solar en el hogar (termosolar).



#### 3.3.2.2. Experiencia.

En la fase experiencial, se requirió completar un Sol didáctico diseñado por los autores, que facilita la clasificación de los usos de energía solar.



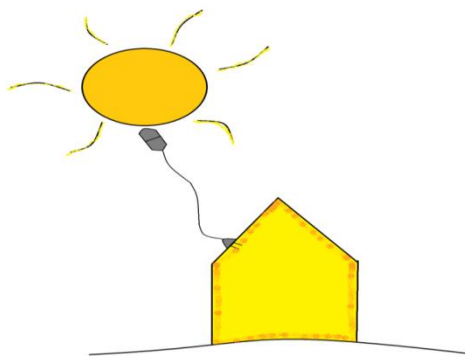
### 3.3.2.3. Reflexión.

Para la reflexión, se solicitó a los chicos dar la respuesta a la interrogante: ¿cómo podemos captar la energía solar?

### 3.3.2.4. Conceptualización.

Para la conceptualización, se redactó una ayuda memoria.

*La estrella más importante para nuestro planeta es el Sol. La energía solar, por ahora, puede ser aprovechada para calentar agua (energía solar térmica), para producir electricidad (energía fotovoltaica), para iluminación diurna (fibra óptica solar), o, para eliminar patógenos (potabilización de agua aprovechando el espectro UV de la radiación solar).*



**Figura 3.16.** Ilustración de nuevos usos de energía solar, en el hogar.

Fuente: diseño de los autores

*Para aprovechar la energía solar, primero debemos “captarla” o “capturarla”. Para la captación de energía solar se emplean 2 tipos de herramientas (sistemas) [48]: **pasivos** (que aprovechan la energía del Sol sin necesidad de mecanismos), y, **activos** (que captan la energía solar por medio de un elemento).*

### 3.3.2.5. Aplicación.

Como aplicación, se requirió que los chicos realicen un collage de los nuevos usos de la energía solar, en la vida cotidiana.

### 3.3.3. Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de la energía solar.

En esta lección se analiza las ventajas y desventajas de la energía solar.

### 3.3.3.1. Motivación.

Para la motivación, se utilizó una sopa de letras elaborada por los autores, que permitirá familiarizarse con el empleo del vocabulario técnico usado para describir las ventajas y desventajas de la energía solar.

Encuentra las palabras mostradas en el recuadro, en la sopa de letras :

C	B	M	Y	T	E	C	N	O	L	O	G	I	A	B
C	I	Q	W	G	N	F	S	U	E	N	V	B	T	M
V	N	E	R	E	N	E	R	G	I	A	Z	J	A	T
B	A	R	O	K	E	E	R	B	V	N	O	P	C	O
A	G	O	C	O	D	S	M	I	M	A	R	A	O	S
R	O	P	O	L	V	E	N	T	A	J	A	Q	S	G
F	T	O	L	N	T	F	E	R	I	U	R	Y	T	B
Y	A	R	E	R	J	O	D	L	Y	U	L	O	O	E
J	B	E	C	E	C	O	N	S	U	M	O	M	S	N
K	L	F	T	M	M	O	S	U	D	R	P	I	T	E
I	E	I	O	T	E	C	A	Q	J	P	D	I	C	F
O	A	H	R	L	A	H	O	R	R	O	A	E	T	I
P	D	C	T	E	A	V	I	E	R	Z	I	S	D	C
Q	C	O	N	T	A	M	I	N	A	C	I	O	N	I
D	A	N	Y	A	A	S	A	Q	R	U	E	I	E	O

tecnología  
inagotable  
colector  
contaminación  
ahorro  
consumo  
costos  
ventaja  
beneficios

**Figura 3.17.** Ejemplo de una sopa de letras, potencialmente utilizable en la guía propuesta.

Fuente: diseño de los autores

### 3.3.3.2. Experiencia.

Para la experiencia, se estimó conveniente que los chicos respondan con un verdadero o falso, a algunas afirmaciones propuestas.

Responde con un verdadero o con un falso, según creas conveniente, a las siguientes afirmaciones:

- ( ) La energía solar es un recurso totalmente renovable.
- ( ) La energía solar se aprovecha en sistemas ruidosos.
- ( ) Para aprovechar la energía solar, primero debemos captarla.
- ( ) La energía solar se puede aprovechar durante una tormenta, en un día nublado, o, por la noche.
- ( ) La energía solar genera contaminación.
- ( ) Los sistemas de captación de energía solar son de fácil mantenimiento.
- ( ) Una gran ventaja de la energía solar es su uso en ubicaciones remotas. A través de ella se puede proporcionar electricidad a lugares aislados en todo el mundo.

### 3.3.3.3. Reflexión.

Como reflexión, se propuso que los chicos respondan a las siguientes interrogantes: ¿la energía solar tiene la misma intensidad a cualquier hora del día?, ¿cuáles son las ventajas y desventajas en el uso de la energía solar?

### 3.3.3.4. Conceptualización.

La información relevante concerniente a la temática a tratar, se formalizó en una ayuda memoria.

*Existe una provisión ilimitada de energía solar que podemos usar. Con el constante incremento en la demanda de fuentes de energía, y, el aumento de los costos de las fuentes tradicionales, la energía solar se vuelve cada vez más competitiva. En la siguiente tabla, se muestran las ventajas y desventajas de la energía solar [49].*

**Tabla 3.2.** Ventajas y desventajas de la energía solar.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<i>Energía no contaminante</i>	<i>La radiación solar no es uniforme, por lo que su uso es limitado.</i>
<i>Energía virtualmente inagotable.</i>	<i>Las instalaciones para el aprovechamiento ocupan una gran superficie de suelo.</i>
<i>Aprovechable en zonas a las que el tendido eléctrico no llega (zonas rurales, montañosas, islas).</i>	<i>El coste inicial de las instalaciones es alto en relación a su rendimiento.</i>
<i>Reduce la dependencia respecto de otros países, en el abastecimiento de energía de la población.</i>	<i>Producir los paneles fotovoltaicos y los colectores solares es contaminante.</i>
<i>Los sistemas de captación solar son de fácil mantenimiento</i>	<i>Dada su magnitud, las instalaciones modifican el entorno inmediato.</i>

Fuente: diseño de los autores

### 3.3.3.5. Aplicación.

Para la aplicación, con el fin de reforzar los conocimientos adquiridos, se requirió que los chicos realicen un mapa conceptual con las ventajas y desventajas de la energía solar en el hogar.

### 3.4. Propuesta para el apartado de energía solar fotovoltaica

En este apartado se describirá el funcionamiento y aplicación de los sistemas fotovoltaicos, en la generación de energía eléctrica.

El objetivo propuesto, se desarrolla través de 4 lecciones: definiciones básicas de circuitos eléctricos, sistema fotovoltaico, aplicaciones del uso de energía fotovoltaica, y, ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica.

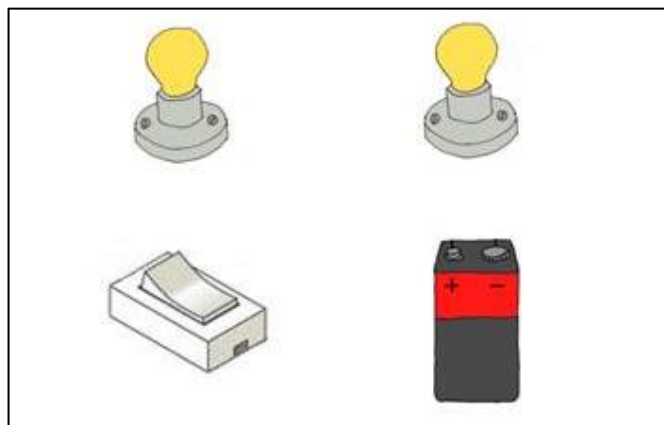
#### 3.4.1. Plan para la lección sobre definiciones básicas de circuitos eléctricos.

Esta lección permite interiorizar las definiciones básicas de circuitos eléctricos.

##### 3.4.1.1. Motivación.

Para la motivación, se mostró a los chicos 2 elementos ampliamente utilizados en un circuito eléctrico: una batería y una lámpara eléctrica. Luego, se les pidió conectar los elementos entre sí, utilizando conductores e interruptores, a fin de lograr que las lámparas brillen. Finalmente, se preguntó por qué las lámparas brillan cuando el interruptor se cierra, y, por qué dejan de brillar cuando éste se abre. Esta reflexión permitió introducir los conceptos de corriente eléctrica y de tensión eléctrica.

*¿Conoces el funcionamiento de una lámpara? ¿Conoces el funcionamiento de una batería? ¿Cómo conectarías la batería y las lámparas, para que estas brillen? ¿Por qué la lámpara brilla cuando el interruptor se cierra? ¿Por qué la lámpara deja de brillar cuando el interruptor se abre?*



**Figura 3.18.** Elementos utilizados en un circuito eléctrico.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.4.1.2. Experiencia.

Como actividad experiencial, se incluyó la lectura “*analogías para comprender la electricidad*” [50], que describe los parámetros eléctricos de un circuito, como si fueran los de una red hidráulica.

*Comencemos con el concepto de tensión, esto es semejante a disponer de dos depósitos con agua, situados a distinta altura. Inicialmente, consideramos que no hay ninguna conexión entre los depósitos. Sin embargo, al existir un desnivel, el agua circularía si instalásemos una tubería entre ambos. La diferencia de altura existe y la podemos medir, aunque el agua no circule. Ésta es la idea que se aplica también a la tensión eléctrica: puede haberla aunque no haya corriente eléctrica.*

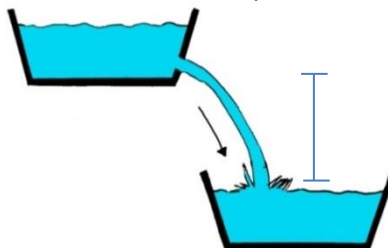
*El siguiente concepto importante que se puede introducir, es el de corriente o intensidad eléctrica. Continuando con los depósitos, si ahora efectivamente intercalamos una tubería entre el superior y el inferior, inmediatamente aparece un caudal de agua que corre a través de la misma. En nuestra comparación con la electricidad, esa circulación de agua es equivalente a la corriente eléctrica.*

*La cantidad de agua que circula, depende de la diferencia de altura entre los depósitos, y, también del grosor de la tubería que instalamos. Un elemento que oponga más resistencia al paso de la corriente será equivalente a una tubería estrecha, y, por él circulará una intensidad pequeña, de pocos amperios –por ejemplo, la luz de la matrícula del coche–. Un equipo que oponga poca resistencia, permitirá circular una mayor intensidad, como una tubería de mayor calibre, por ejemplo un motor de arranque. La unidad de medida de la corriente eléctrica se llama amperio. Para dar una idea, por una luz de freno circula alrededor de medio amperio (0,5 A, en forma abreviada), y, cuando el motor arranca, puede circular del orden de cien veces más, estando ambos dispositivos conectados a la misma tensión, la que proporciona la batería.*

### 3.4.1.3. Reflexión.

Para la reflexión, se elaboró un esquema hidráulico basado en la lectura utilizada, y, se solicitó a los chicos etiquetar cada uno de los parámetros hidráulicos, relacionando el concepto hidráulico con su equivalente eléctrico.

*Etiqueta cada uno de los parámetros del esquema hidráulico mostrado. En función de la lectura anterior, ¿puedes etiquetar los parámetros eléctricos equivalentes?*



**Figura 3.19.** Esquema hidráulico utilizado en la analogía.

Fuente: diseño de los autores

**Tabla 3.3.** Parámetros eléctricos vs parámetros hidráulicos.

<b>Parámetro eléctrico</b>	<b>Parámetro hidráulico</b>
Tensión o Voltaje	Desnivel
Corriente eléctrica	Caudal o corriente de agua
Resistencia	Espesor de la tubería

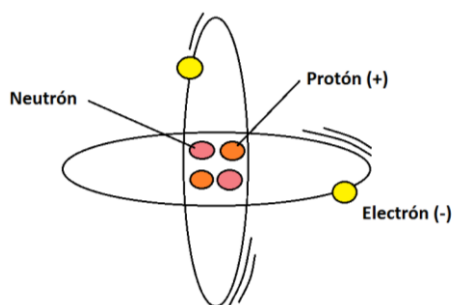
Fuente: diseño de los autores.

### 3.4.1.4. Conceptualización.

La información relevante de esta lección, se formalizó en una ayuda memoria.

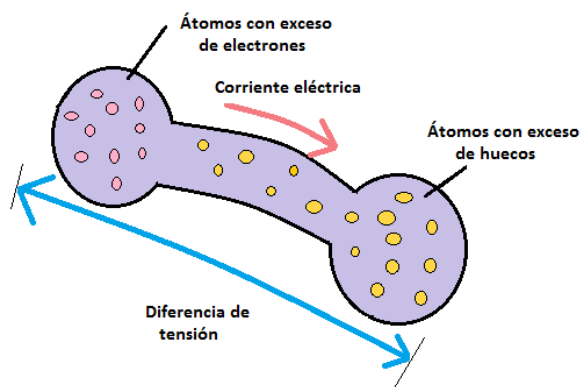
La electricidad es parte fundamental para el desarrollo de nuestras actividades cotidianas, la utilizamos al encender luces en nuestra casa, al encender nuestra computadora, el televisor, nuestro microondas; conocemos sus usos, pero, ¿qué es la electricidad?, ¿cómo se obtiene?

La **electricidad** se construye de electrones. Los electrones forman parte de un átomo. Los electrones, con carga eléctrica negativa, se encuentran en la región que rodea al núcleo del átomo. Por su parte, el núcleo atómico contiene partículas llamadas protones (de carga eléctrica positiva), y, neutrones (sin carga eléctrica).



**Figura 3.20.** Átomo.  
Fuente: diseño de los autores

En la naturaleza, ciertos fenómenos consiguen desprender (separar) electrones del átomo. Al producirse la pérdida de un electrón, en su lugar aparece lo que se denomina "un hueco", el que atraerá a un electrón de un átomo contiguo. Como resultado, se produce la circulación de electrones entre átomos (corriente eléctrica). No todos los materiales tienen átomos que "pierdan" electrones con facilidad: en los **conductores** los electrones fluyen con facilidad, mientras que en los **dieléctricos** el flujo de electrones es restringido. La fuerza que obliga a los electrones a circular por un conductor, recibe el nombre de **fuerza electromotriz (fem)** o **diferencia de potencial o tensión** [51].



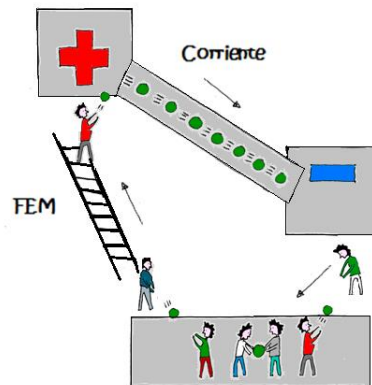
**Figura 3.21.** Circulación de corriente eléctrica en presencia de una diferencia de tensión.  
Fuente: diseño de los autores

*Circulación de corriente eléctrica en presencia de una diferencia de tensión. Diseño de autores*

Para que la corriente eléctrica circule, se requiere de camino cerrado, denominado **circuito eléctrico**. En un circuito eléctrico la corriente fluye desde **una fuente de fem**, hacia uno o varios usuarios, denominados **carga**, a través de cables **conductores**. La carga es todo aquello que consume energía para producir un trabajo, como un motor o una lámpara.

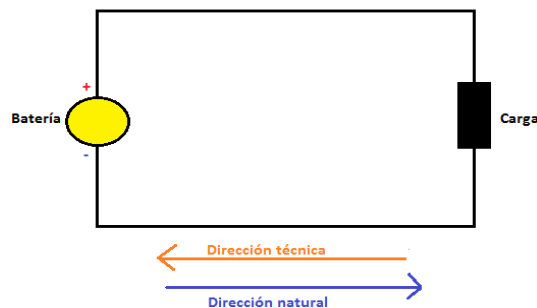


De una manera más formal, se denomina **voltaje** a la fuerza requerida para mover una carga eléctrica entre 2 puntos. En el Sistema Internacional de Unidades SI, el voltaje se mide en **voltios (V)**. Las baterías, se encargan de almacenar y entregar energía al circuito, aportando voltaje entre sus terminales, lo que permite la circulación de la corriente eléctrica.



**Figura 3.22.** Diagrama explicativo de la relación entre las principales magnitudes de un circuito eléctrico.  
Fuente: diseño de los autores

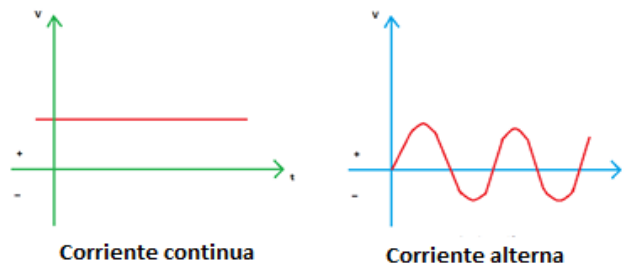
Se denomina **corriente eléctrica**, al movimiento dirigido de electrones libres a través de un conductor, en un circuito cerrado, alimentado por una fuente de fem o batería. Históricamente se eligió como sentido de la corriente, a aquel que va desde la polaridad positiva (+) hacia la polaridad negativa (-) de la batería, que se conoce como **dirección técnica**. Esta dirección es contraria a la **dirección natural** de la corriente eléctrica [52].



**Figura 3.23.** Circulación de corriente eléctrica.  
Fuente: diseño de los autores

Se llama **intensidad de corriente eléctrica**, a la cantidad de electrones que circulan por la sección transversal de un conductor, en un tiempo determinado. En el SI, la intensidad de corriente, se mide en **amperios (A)**.

Existen dos tipos de corriente eléctrica: continua y alterna. **La corriente continua** es aquella que circula siempre en el mismo sentido, mientras que la **corriente alterna** cambia periódicamente de sentido [53].



**Figura 3.24.** Representación gráfica de la corriente continua y alterna.

Fuente: diseño de los autores

La **resistencia eléctrica** se define, como la dificultad que presentan los materiales al flujo de la corriente eléctrica. En el SI, la resistencia eléctrica se mide en **ohmios ( $\Omega$ )**.

Estas tres magnitudes (voltaje, intensidad de corriente, y, resistencia eléctrica) se relacionan a través de la denominada **Ley de Ohm**, que establece que la intensidad de corriente eléctrica que fluye por un circuito, es directamente proporcional al voltaje aplicado en sus extremos, e, inversamente proporcional a la resistencia del mismo [52].

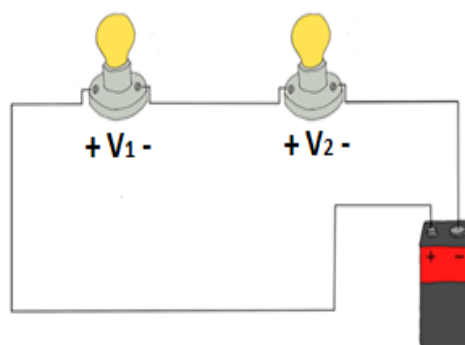
$$R = \frac{V}{I}$$

La **potencia eléctrica** de un circuito, es la energía consumida o producida, en un determinado tiempo. Por otra parte, la potencia eléctrica de un circuito, está relacionada con el voltaje aplicado y la intensidad. En el SI, la potencia eléctrica se mide en **vatios (W)** [51].

$$P = V \times I$$

Los elementos de un circuito eléctrico, pueden ser conectados de tres maneras: en serie, en paralelo, y, en conexión mixta.

Un **circuito en serie**, es la configuración que permite conectar cada elemento del circuito, uno a continuación de otro. Si cualquier dispositivo del circuito se desconecta o falla, la corriente dejará de fluir [53].



**Figura 3.25.** Circuito en serie.

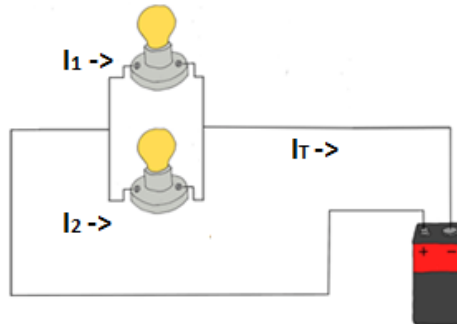
Fuente: diseño de los autores

Para calcular el voltaje total de un circuito en serie, se suma los voltajes de todos elementos.

$$V_T = V_1 + V_2$$

La corriente que circula en un circuito en serie, es la misma para todos los elementos.

El **circuito en paralelo** es una conexión, en la que los terminales de todos los elementos del circuito coinciden entre sí, obteniéndose varias rutas para el flujo de electrones. Si un elemento deja de funcionar, la corriente puede todavía fluir a través de otra ruta del circuito.



**Figura 3.26.** Circuito en paralelo.  
Fuente: diseño de los autores

La corriente total en un circuito en paralelo, es la suma de las corrientes de cada uno de los elementos del circuito.

$$I_T = I_1 + I_2$$

El voltaje que circula en un circuito en paralelo, es el mismo para todos los dispositivos del circuito.

La **configuración en mixto** permite combinar las configuraciones antes mencionadas, para obtener mayor corriente y voltaje, dependiendo de la aplicación.

### 3.4.1.5. Aplicación.

Para reforzar los conocimientos adquiridos en este apartado, se solicitó que los chicos completen algunas definiciones:

Completa las siguientes definiciones:

- La \_\_\_\_\_ es el movimiento dirigido de electrones libres a través de un conductor en un circuito cerrado, alimentado por una fuente de fem o batería.
- En el Sistema Internacional de Unidades, la intensidad de corriente se mide en \_\_\_\_\_, y, el voltaje se mide en \_\_\_\_\_.
- La \_\_\_\_\_ es aquella corriente eléctrica que circula siempre en el mismo sentido.
- La resistencia eléctrica, la corriente eléctrica, y, el voltaje pueden ser relacionados mediante la \_\_\_\_\_.

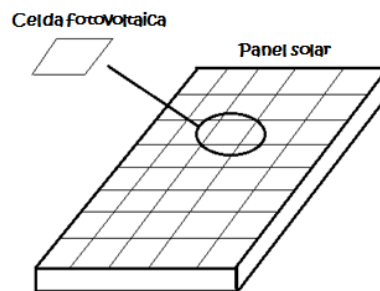
### 3.4.2. Plan para la lección sobre sistemas fotovoltaicos.

En esta lección se busca que los chicos comprendan y apliquen nociones básicas de un sistema fotovoltaico.

#### 3.4.2.1. Motivación.

Para la motivación, se propuso que los chicos colorean una ilustración diseñada por los autores, relacionada con paneles solares.

*Un panel solar o placa fotovoltaica, está formado por una cantidad determinada de células o celdas fotovoltaicas, conectadas entre sí. Estas celdas, mediante el efecto fotoeléctrico, absorben fotones de luz y emiten electrones, es decir, los paneles solares transforman la energía solar en energía eléctrica. Colorea la ilustración que muestra un panel solar y celdas fotovoltaicas.*

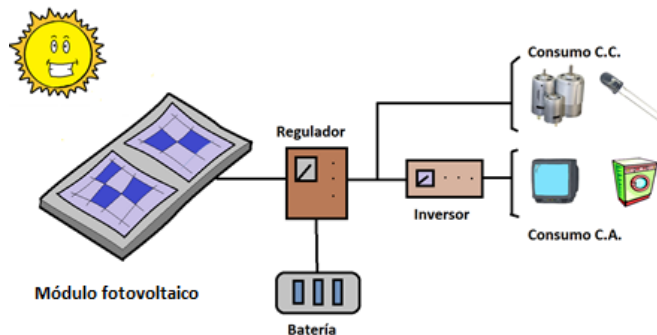


**Figura 3.27.** Panel solar y celda fotovoltaica.  
Fuente: diseño de los autores

#### 3.4.2.2. Experiencia.

Para la experiencia, se solicitó a los chicos que observen una ilustración diseñada por los autores, relacionada al proceso de obtención de energía fotovoltaica.

*Observa el siguiente gráfico sobre el proceso de obtención de energía fotovoltaica.*

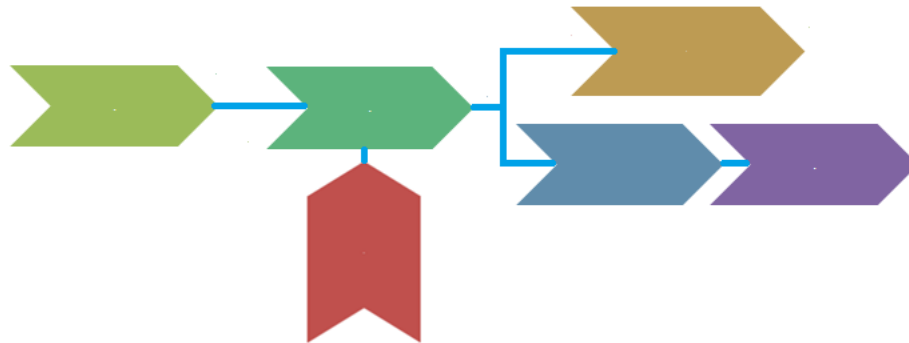


**Figura 3.28.** Proceso de obtención de energía fotovoltaica.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.4.2.3. Reflexión.

Para la reflexión, se solicitó a los chicos que describan el proceso de obtención de energía fotovoltaica, empleando un diagrama de proceso. Un diagrama de proceso representa en forma gráfica y resumida, los pasos a seguir en la realización de una actividad.

Describe la obtención de energía solar fotovoltaica, empleando el siguiente diagrama de proceso:



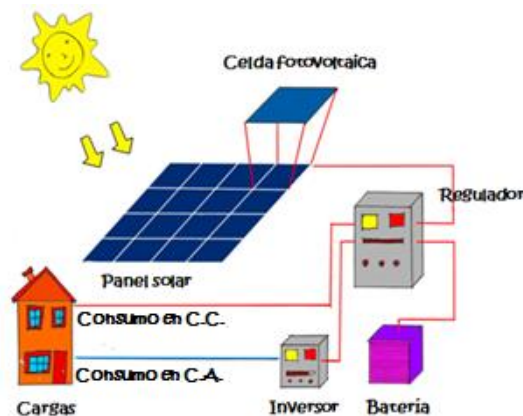
**Figura 3.29.** Diagrama de proceso.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.4.2.4. Conceptualización.

Se propuso la redacción de una ayuda memoria.

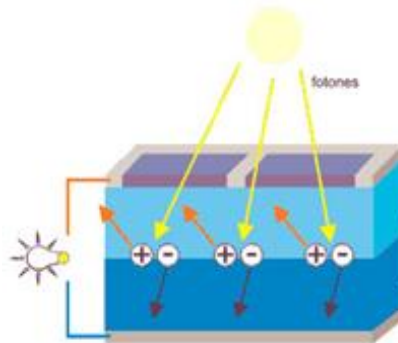
*¿Cómo un panel solar produce electricidad? Los fotones provenientes del Sol, ejercen una presión sobre los electrones del material fotovoltaico, de forma tal que los hacen moverse, con lo que se crea electricidad. A esta forma de obtención de energía, se la denomina fotovoltaica: foto que significa luz, y, voltaica en relación a la tensión.*

Los **sistemas fotovoltaicos** están formados por cinco elementos principales: panel o paneles solares, regulador, inversor, batería, y, cargas [54] [55]. El panel genera corriente continua, la cual es conducida hasta un regulador que controla el almacenamiento de energía en una batería. Si las cargas a alimentar son de corriente continua, se conectan directamente. Las cargas de corriente alterna, se conectan a través de un inversor.



**Figura 3.30.** Elementos de un sistema fotovoltaico.  
Fuente: diseño de los autores

Un **panel solar** está formado por celdas fotovoltaicas conectadas entre sí. Una celda fotovoltaica permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres), mediante el efecto fotoeléctrico [56] [57].



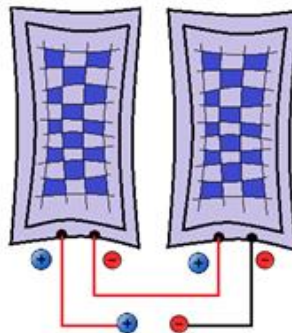
**Figura 3.31.** Efecto fotoeléctrico.

Fuente:

[http://www.padrecielomadretierra.com/paneles.php?id\\_item=101](http://www.padrecielomadretierra.com/paneles.php?id_item=101)

A mayor área disponible en el panel, mayor será el número de celdas fotovoltaicas capaces de captar energía solar, y, mayor será la producción de electricidad. Un sistema fotovoltaico puede estar formado por uno o varios paneles, conectados entre sí en serie o en paralelo.

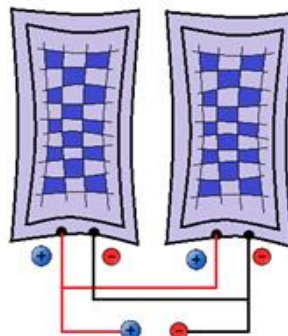
En la **configuración en serie**, el terminal positivo del panel se conecta con el terminal negativo del siguiente.



**Figura 3.32.** Configuración en serie de paneles solares.

Fuente: diseño de los autores

En la **configuración en paralelo** se conectan tanto los terminales positivos como los terminales negativos entre sí.



**Figura 3.33.** Configuración en paralelo de paneles solares.

Fuente: diseño de los autores

El **regulador** ajusta la corriente obtenida por el panel solar, para proteger a las baterías y otros equipos contra las sobrecargas; además gestiona el suministro de energía requerido por el sistema.

Dado que la radiación solar es un recurso variable, se necesita de una **batería** para almacenar energía, que será entregada en baja radiación solar.

El **inversor** es un dispositivo que permite transformar la corriente directa producida por el panel, a corriente alterna.

Se conoce como **cargas** a aquellos dispositivos que funcionan con la energía suministrada por el sistema fotovoltaico. Existen dos tipos de cargas: las cargas alimentadas con corriente alterna, como electrodomésticos y equipos, y, las cargas alimentadas con corriente directa como lámparas LED, motor DC, etc.

#### **3.4.2.5. Aplicación.**

Para la aplicación se incluyó la *práctica con los aditamentos especiales para este módulo, correspondiente a paneles solares* (ver Capítulo 6).

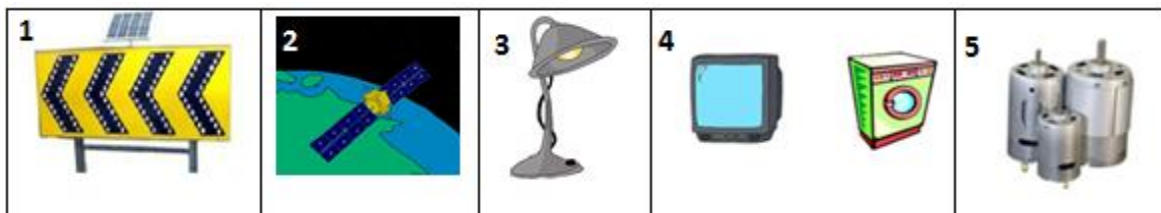
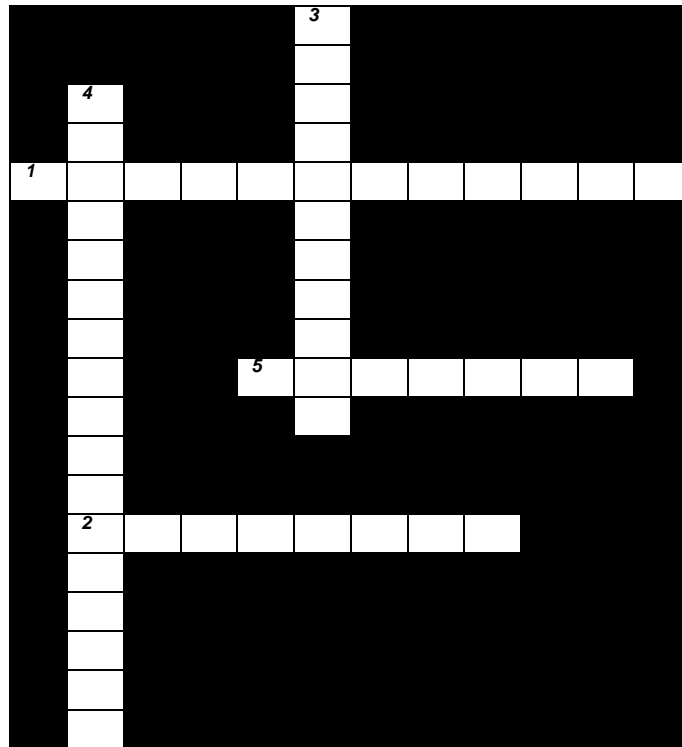
### **3.4.3. Plan para la lección sobre aplicaciones de energía fotovoltaica.**

En esta lección se describen algunas aplicaciones de energía fotovoltaica.

#### **3.4.3.1. Motivación.**

Como actividad de motivación, se solicitó a los chicos que resuelvan un crucigrama elaborado por los autores.

Resuelve el siguiente crucigrama, correspondiente a los usos de la energía solar fotovoltaica. Utiliza como clave, ilustraciones.



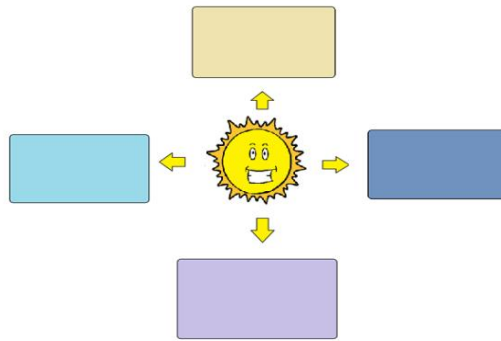
**Figura 3.34.** Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.4.3.2. *Experiencia.*

Como actividad experiencial se propuso completar un Sol didáctico, que sintetice las aplicaciones de energía fotovoltaica, que conozcan los chicos.



En el Sol didáctico, escribe las aplicaciones que conozcas de energía fotovoltaica.



**Figura 3.35.** Esquema para Sol didáctico.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.4.3.3. Reflexión.

Para la reflexión se solicitó a los chicos dar respuesta a 2 interrogantes: *¿crees que la energía fotovoltaica puede ser utilizada en tu entorno?*, y, *¿en qué lugares puede ser implementada?*

### 3.4.3.4. Conceptualización.

La información relevante se formalizó en una ayuda memoria.

*La energía fotovoltaica se emplea para abastecer a zonas aisladas. Se emplea para proyectos de electrificación rural, para aplicaciones agrícolas y ganaderas, y, para aplicaciones en telecomunicaciones [58], [59], [60]. Actualmente, han surgido nuevas ideas, que apuntan a utilizar la energía fotovoltaica para alimentar aplicaciones portables como mochilas, carpas solares, etc.*

*En la **electrificación rural**, los sistemas fotovoltaicos permiten utilizar electrodomésticos, y, otros dispositivos. Los sistemas fotovoltaicos en estas condiciones, operan con un menor coste, menores gastos de mantenimiento, y, mayor comodidad del usuario.*



**Figura 3.36.** Electrificación rural.  
Fuente: diseño de los autores

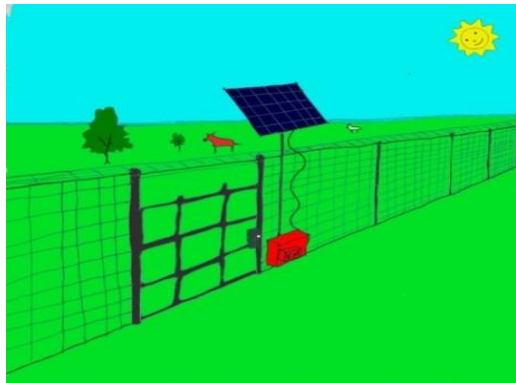
En **aplicaciones agrícolas**, los sistemas fotovoltaicos se utilizan para bombeo y control de riego, y, para automatización de invernaderos. Con este tipo de aplicaciones, se ha logrado mayor eficiencia, y, la reducción de costos de mantenimiento y operación.



**Figura 3.37.** Bombeo de agua para riego de cultivos.

Fuente: diseño de los autores

En **aplicaciones ganaderas**, los sistemas fotovoltaicos se emplean para bombeo de agua para el ganado, y, para electrificación de cercas.



**Figura 3.38.** Electrificación de cercas para cuidar el ganado.

Fuente: diseño de los autores

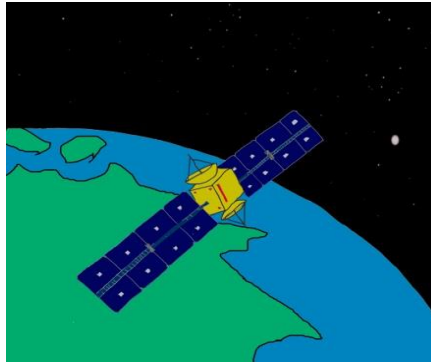
En **viviendas o edificios**, en techados o terrazas, se ubica paneles solares, que proveen de energía para atender ciertos requerimientos.



**Figura 3.39.** Instalación fotovoltaica en una vivienda.

Fuente: diseño de los autores

En otras aplicaciones, los sistemas fotovoltaicos alimentan anuncios luminosos, señalización de carretera; alimentan repetidoras de radio, televisión, y, telefonía móvil; y, facilitan la operación de comunicaciones satelitales y de radioenlaces.



**Figura 3.40.** Paneles solares desplegados para alimentar un satélite.

Fuente: diseño de los autores

En **mochilas y carpas**, se puede incorporar paneles solares para suministrar energía a dispositivos de bajo consumo, como celulares, computadoras, radios, etc.



**Figura 3.41.** Mochila solar.

Fuente: <http://www.terra.org/categorias/comunidad-guerrilla/bolsos-y-mochilas-con-energia-solar>



**Figura 3.42.** Carpa solar.

Fuente: <http://buscaclima.wordpress.com/2011/05/08/carpas-techos-fotovoltaicos-para-autoavastecerse-de-energia/>

### 3.4.3.5. Aplicación.

Como aplicación, se solicitó a los chicos realizar una *práctica con los aditamentos especiales para este módulo, correspondiente a paneles solares* (ver Capítulo 6).

### 3.4.4. Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica.

En esta lección se describen las ventajas y desventajas de la utilización de la energía solar fotovoltaica.

#### 3.4.4.1. Motivación.

Como motivación, se propuso que los chicos descubran un mensaje oculto, empleando una decodificación especial.

Descifra el mensaje oculto, utilizando la decodificación propuesta.

The cryptogram consists of two rows of symbols. The first row has 12 symbols: a circle with a dot, a circle with a horizontal line, a circle with a vertical line, a circle with a diagonal line, a circle with a horizontal line and a dot, a circle with a vertical line and a dot, a circle with a diagonal line and a dot, a circle with a horizontal line and a dot, a circle with a vertical line and a dot, a circle with a diagonal line and a dot, a circle with a horizontal line and a dot, and a circle with a vertical line and a dot. The second row has 12 symbols: a circle with a dot, a circle with a horizontal line, a circle with a vertical line, a circle with a diagonal line, a circle with a horizontal line and a dot, a circle with a vertical line and a dot, a circle with a diagonal line and a dot, a circle with a horizontal line and a dot, a circle with a vertical line and a dot, a circle with a diagonal line and a dot, a circle with a horizontal line and a dot, and a circle with a vertical line and a dot.

The key is as follows:

⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	⊙	⊕
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	⊙	⊕	⊖	⊗	⊘	⊙	⊕
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	

#### 3.4.4.2. Experiencia.

Para la experiencia, se solicitó que los chicos realicen un gráfico representativo, que muestre las ventajas y desventajas del uso de la energía fotovoltaica.

#### 3.4.4.3. Reflexión.

Como actividad de reflexión, tomando en cuenta el dibujo que realizaron en la actividad anterior, los chicos debieron contestar a una interrogante: ¿Pudiste identificar más ventajas que desventajas?

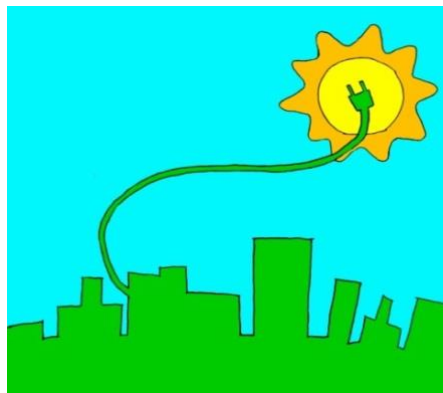
#### 3.4.4.4. Conceptualización.

Para la conceptualización se elaboró una ayuda memoria.

El uso de energía fotovoltaica, tiene ventajas y desventajas [61], [62], y, [63].

Ventajas:

- *Los paneles fotovoltaicos son limpios y silenciosos.*
- *La construcción de paneles fotovoltaicos es bastante rápida.*
- *Los paneles fotovoltaicos tienen larga vida útil, y, no necesitan de mayor mantenimiento.*
- *Los sistemas fotovoltaicos son expandibles; es decir, se puede aumentar más paneles para incrementar la potencia requerida.*
- *El uso de energía fotovoltaica, es una buena solución para zonas aisladas que, de otra forma, no tendrían electricidad.*



**Figura 3.43.** Ilustración de uso de energía fotovoltaica.

Fuente: diseño de los autores

Desventajas

- *El costo inicial de un sistema fotovoltaico, es elevado.*
- *Al utilizar sistemas fotovoltaicos, se puede añadir contaminación paisajística.*
- *En algunos lugares, la luz solar no tiene la intensidad necesaria para proporcionar un flujo de energía permanente.*

#### **3.4.4.5. Aplicación.**

Para reforzar los conocimientos adquiridos en la presente lección, se pidió a los chicos elaborar un diagrama T, con las ventajas y desventajas de la utilización de energía fotovoltaica.

### 3.5. Propuesta para el apartado de energía termosolar

En este apartado, se explica el funcionamiento de los sistemas termosolares para la provisión de ACS.

El objetivo propuesto, se construye a través de 2 lecciones: sistemas termosolares, y, ventajas y desventajas de la energía termosolar.

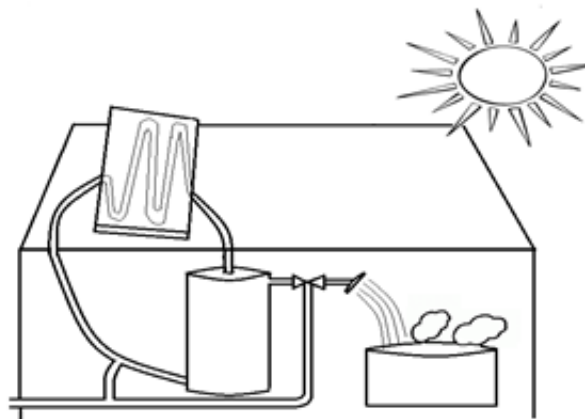
#### 3.5.1. Plan para la lección sobre sistemas termosolares.

Esta lección tiene como objetivos explicar el funcionamiento de un sistema termosolar, e, identificar sus elementos principales.

##### 3.5.1.1. Motivación.

Para la motivación, se solicitó a los chicos colorear un dibujo diseñado por los autores, que explica uno de los posibles usos de energía termosolar en el hogar.

*Podemos aprovechar la radiación solar para obtener agua caliente sanitaria (ACS), proveer de calefacción a una vivienda, o, calentar el agua de una piscina. Colorea la ilustración, que muestra cómo se puede aprovechar la energía termosolar para proveer de agua caliente a un hogar:*



**Figura 3.44.** Ilustración referente a ACS.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.5.1.2. *Experiencia.*

Para la experiencia, se propuso la actividad denominada sílaba constante. En esta actividad, los chicos buscan concordancia entre una sílaba que se les presenta, y, el número de letras, para encontrar una palabra correcta.

Completa las siguientes palabras que tienen una sílaba constante. Estas palabras están relacionadas con los sistemas termosolares:

\_\_\_\_\_or      \_\_\_or      \_\_\_\_\_or

### 3.5.1.3. *Reflexión.*

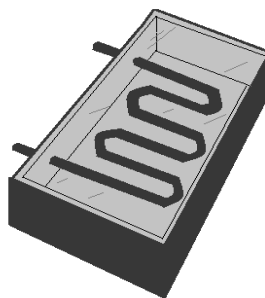
Para la reflexión, se pidió a los chicos responder 2 interrogantes: *¿qué relación existe entre el Sol y el calor?, y, ¿qué importancia tienen la luz y el calor del Sol en nuestro planeta?*

### 3.5.1.4. *Conceptualización.*

Para la conceptualización se elaboró una ayuda memoria.

Un **sistema termosolar** utiliza la energía térmica radiada por el Sol para calentar un líquido, habitualmente agua. Un sistema termosolar está compuesto por el colector solar, el acumulador o depósito, y, las tuberías [64].

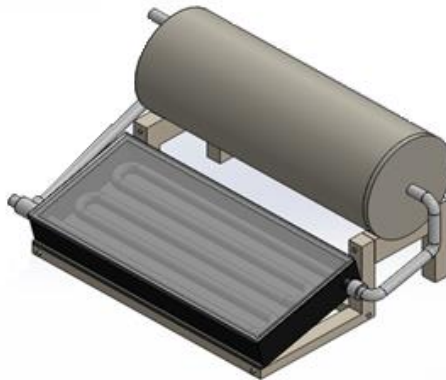
El **colector** capta energía térmica radiada por el Sol. Es una caja aislada, generalmente de color negro, que permite absorber los rayos solares de forma muy eficiente, con una cubierta de vidrio que concentra los rayos del Sol, y, que evita que escape calor. Dentro del colector, el agua circula a través de una tubería, recogiendo el calor que el colector adquiere al exponerse al Sol [65], [66], y, [67].



**Figura 3.45.** Colector solar.  
Fuente: diseño de los autores

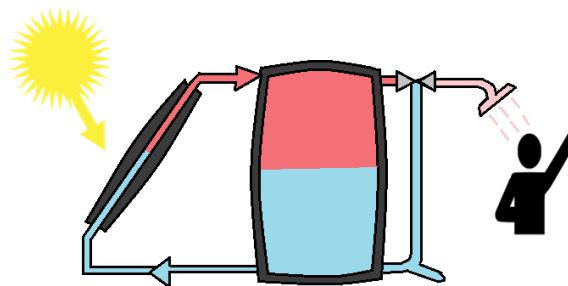
El **depósito o acumulador**, permite almacenar el agua caliente. A medida que avanza el día, el agua en el depósito alcanza la temperatura prevista para su uso. Es muy importante que el depósito se encuentre aislado, de tal forma que el agua no se enfríe al disipar calor.

Las **tuberías** son los elementos que permiten conducir el agua entre el colector y el acumulador, y, desde el sistema hacia los puntos de consumo. Las tuberías deben ser inoxidables, y, deben ser aisladas a efecto de disminuir las pérdidas de calor.



**Figura 3.46.** Sistema termosolar.  
Fuente: diseño de los autores

Un sistema termosolar puede calentar agua de forma continua o por lotes. Al calentar agua de forma continua, se puede utilizar el principio de circulación libre o **termosifón**. El principio de termosifón explica que al incidir radiación solar en el captador, se transfiere calor al líquido contenido en éste, aumentando su temperatura y disminuyendo su densidad; se origina entonces una diferencia térmica entre el líquido en el captador y el líquido en el acumulador, iniciándose de forma natural, la circulación del fluido caliente en dirección al acumulador. Este fenómeno facilita la circulación del líquido sin la necesidad de utilizar mecanismos como bombas.



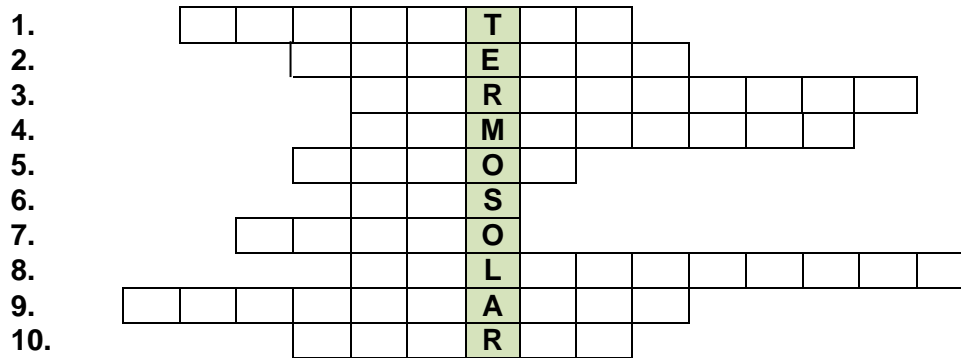
**Figura 3.47.** Funcionamiento de sistema termosolar.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.5.1.5. Aplicación.

Con el fin de reforzar los conocimientos adquiridos, se requirió que los chicos resuelvan un crucigrama elaborado por los autores.



Resuelve el siguiente crucigrama:



**Figura 3.48.** Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta  
Fuente: diseño de los autores

**Claves:**

1. *Dispositivo diseñado para captar la energía térmica radiada por el Sol.*
2. *Elemento que permite conducir el agua entre el colector y el acumulador, en un sistema termosolar*
3. *Efecto que se utiliza en un sistema termosolar, para garantizar el flujo constante de agua hacia el colector.*
4. *Función que cumple el depósito o acumulador de agua caliente, en un sistema termosolar.*
5. *Se aprovecha la energía térmica del Sol para producir \_\_\_\_\_.*
6. *El uso más común de la energía termosolar*
7. *Color utilizado para pintar los colectores solares, dado que absorbe mejor el calor.*
8. *Uno de los usos de la energía termosolar.*
9. *Depósito en el que se almacena el agua caliente, en un sistema termosolar, antes de su consumo.*
10. *Material más utilizado en las cubiertas de los colectores, debido a su capacidad de concentrar la radiación solar.*

Como actividad adicional, se propuso que los chicos *utilicen los aditamentos especiales disponibles en el kit, para el apartado termosifón* (ver Capítulo 6).

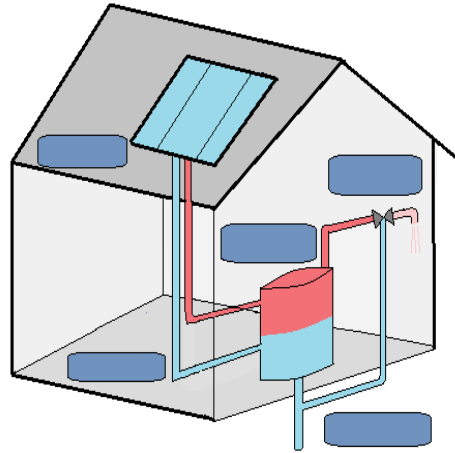
### **3.5.2. Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de la energía termosolar.**

En esta lección se analiza las ventajas y desventajas del uso de la energía termosolar.

#### **3.5.2.1. Motivación.**

Para la motivación, se utilizó una ilustración elaborada por los autores, en la que los chicos deberían identificar los elementos principales de un sistema termosolar.

En la siguiente ilustración, identifica cada una de las partes de un sistema termosolar, y, encuentra la respuesta a cada una de las dudas, que se ha planteado el dueño de casa.



**Figura 3.49.** Instalación de energía termosolar en una vivienda.

Fuente: diseño de los autores

- *¿Por qué tengo que instalar un depósito o acumulador?*
- *¿Qué sucede con la provisión de ACS durante la noche, o, en los días nublados?*

### 3.5.2.2. **Experiencia.**

En la experiencia, se requirió que los chicos respondan algunas interrogantes.

*En tu hogar, ¿para qué actividades utilizas agua caliente?, ¿cuántos litros aproximadamente utilizas?, y, ¿qué tan grande debería ser un sistema termosolar para cubrir tus necesidades de agua caliente?*

### 3.5.2.3. **Reflexión.**

Como reflexión, se propuso que los chicos respondan a 2 interrogantes: *¿el sistema termosolar provee agua caliente durante el día y la noche?, y, ¿en qué lugar de tu hogar podrías colocar un sistema termosolar?*

### 3.5.2.4. **Conceptualización.**

La información relevante se formalizó en una ayuda memoria.

*El uso de energía termosolar, presenta algunas ventajas y desventajas [68]:*

#### Ventajas

- *La energía termosolar no contamina.*
- *La energía termosolar opera con sistemas silenciosos. No hay contaminación por ruido.*

- *Los sistemas termosolares son expandibles, de fácil funcionamiento y mantenimiento.*
- *Los colectores solares pueden ir colocados en el techo de las casas, o en espacios que no se utilizan.*
- *Un sistema termosolar que calienta agua de forma continua, puede prescindir de bombas y controles para el calentamiento.*

Desventajas

- *El sistema termosolar maneja un gran volumen de agua, por lo que el sistema es pesado.*
- *El sistema termosolar calienta agua, solamente en el día. Para granatizar una provisión constante, se requiere de un acumulador.*
- *El agua caliente acumulada en el sistema, tiene la temperatura propicia para el potencial crecimiento de micrororganismos nocivos, razón por la cual se deben tomar todas las prevenciones del caso.*

**3.5.2.5. Aplicación.**

Para reforzar los conocimientos adquiridos, se solicitó a los chicos relacionar una serie de palabras para explicar las ventajas y desventajas de la energía termosolar, incentivando a que los chicos “construyan” sus propios conceptos.

*Explica las ventajas y desventajas de la energía termosolar, utilizando las palabras indicadas en cada recuadro:*

<i>sistema</i>	<i>caliente</i>	<i>bombas</i>
<i>captacion</i>	<i>facil</i>	<i>mantenimiento</i>
<i>termosolar</i>	<i>volumen</i>	<i>pesados</i>

**3.6. Propuesta para el apartado de sistemas de iluminación natural empleando concentradores solares**

En este apartado se describirá el funcionamiento y aplicación de un sistema de iluminación natural, utilizando concentradores solares.

El objetivo propuesto, se construye a través de 2 lecciones: nociones básicas del espectro visible de luz, y, ventajas y desventajas de los sistemas de iluminación natural que emplean concentradores de luz.

### 3.6.1. Plan para la lección sobre nociones básicas de espectro visible.

En esta lección se pretende conocer las definiciones básicas de espectro visible.

#### 3.6.1.1. Motivación.

Como actividad motivacional se propuso que los chicos ordenen letras para formar palabras relacionadas.

Ordena las letras y encuentra las palabras correctas:

mulicaninio	lasor	tesproec	bivlesi	ctranocendor	zul
-----	-----	-----	-----	-----	---

#### 3.6.1.2. Experiencia.

Para sustentar la fase experiencial, se decidió incluir una sopa de letras diseñada por los autores.

El segmento del espectro electromagnético proveniente del Sol, que el ojo humano es capaz de percibir, se denomina espectro visible, luz visible, o, simplemente luz. Encuentra las palabras mostradas en el recuadro, en la sopa de letras:

I	L	U	M	I	N	A	C	I	O	N	Q	A	Ñ	Q
S	Q	C	H	O	A	M	F	O	N	O	W	L	G	O
C	W	G	O	R	G	H	L	Q	M	P	R	T	F	N
D	A	H	R	N	H	O	O	A	S	Q	T	E	E	D
E	E	J	N	I	C	J	G	R	L	R	U	R	D	A
F	R	K	O	T	U	E	H	B	R	S	P	N	C	S
G	T	L	S	R	Y	M	N	C	K	O	R	A	L	I
N	O	C	O	N	T	A	M	T	N	A	N	T	E	C
L	Y	I	L	Q	W	N	O	D	R	T	T	I	G	A
H	U	G	A	W	E	A	E	E	I	A	E	V	D	W
F	I	B	R	A	O	P	T	I	C	A	D	A	C	Y
Y	O	Y	K	J	R	Ñ	P	F	X	V	C	O	Q	U
H	P	O	Y	K	Y	L	W	G	H	W	Z	Z	R	V
E	S	P	E	C	T	R	O	V	I	S	I	B	L	E
U	K	J	J	Ñ	O	P	D	F	H	G	N	V	U	C
I	I	N	A	G	O	T	A	B	L	E	X	C	Z	A

sol  
iluminación  
fibra óptica  
espectro visible  
luz  
concentrador  
ondas

**Figura 3.50.** Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.  
Fuente: diseño de los autores

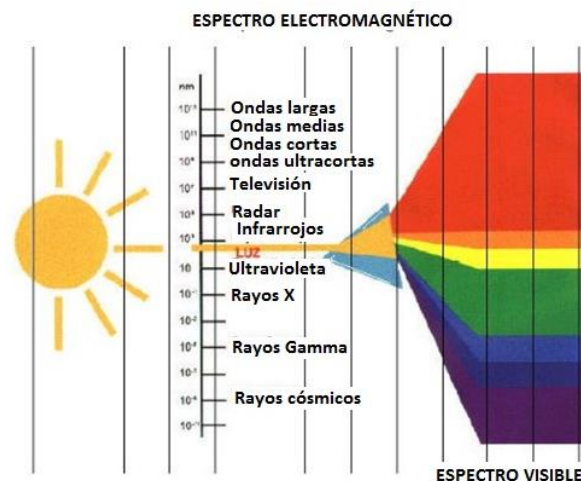
### 3.6.1.3. Reflexión.

En el apartado de reflexión, se solicitó a los chicos dar respuesta a la siguiente interrogante:  
*¿qué es para ti la luz?*

### 3.6.1.4. Conceptualización.

Con la intención de formalizar los conceptos básicos del espectro visible, se planteó la elaboración de una ayuda memoria.

*El Sol emite radiación que nos proporciona luz y calor. La **luz** "blanca", visible por el ojo humano, en realidad está compuesta por varios colores (rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo, y, violeta) que conforman el **espectro visible**. Tanto la luz como el calor se propagan en forma de ondas, que se denominan **ondas electromagnéticas**. Al conjunto de ondas electromagnéticas se lo denomina **espectro electromagnético** [69].*



**Figura 3.51.** Espectro electromagnético y espectro visible.

Fuente: <http://cgracia61.blogspot.com/>

*Cuando las ondas electromagnéticas provenientes del Sol, chocan contra la superficie de un material, pueden reflejarse (como en el caso de los espejos) o propagarse por el nuevo material, es decir, refractarse, como en los denominados concentradores solares [70].*

*Un **sistema de iluminación natural o solar**, capta la energía solar para ser centralizada y dirigida, transfiriendo la luz a ambientes oscuros durante el día. Un sistema de iluminación natural solar, consta de 3 componentes: concentrador, transportador, y, terminales.*

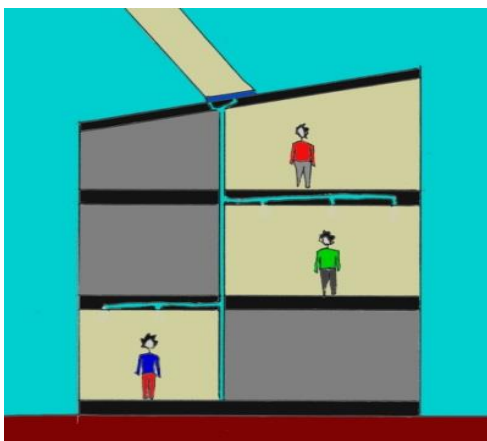
*El **concentrador solar** puede estar formado por una lente de Fresnel, que concentra la luz en un punto denominado **focal**. La **distancia focal** es la distancia más corta entre la superficie del concentrador, y, el punto en el que convergen los rayos recolectados. El concentrador se sitúa en el exterior, y, sigue el recorrido del Sol, utilizando un fotosensor.*

*El **transportador**, construido de fibra óptica, tiene como función encaminar la luz colectada, a una distancia determinada.*

Los **terminales**, son elementos que se encargan de distribuir la luz proporcionada por el sistema de transporte dentro del espacio a iluminar. Los terminales se asemejan a las luminarias empleadas para iluminación eléctrica, y, se instalan en arreglos híbridos de lámparas convencionales y tecnología LED [71], [72], [73], y, [74].



**Figura 3.52.** Sistema de concentración solar para iluminación solar.  
Fuente: diseño de Cristian León, Juan Veintimilla, Jorge Luis Jaramillo



**Figura 3.53.** Iluminación solar para un edificio.  
Fuente: diseño de los autores

#### 3.6.1.5. **Aplicación.**

Como parte de la actividad de aplicación, se decidió proponer la realización de un experimento. A través de la elaboración de un prisma solar casero, los chicos deberían ser capaces de observar la descomposición de la luz.

La luz solar parece blanca, pero está compuesta de diversos colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. Obsérvalos con la realización del siguiente experimento.

Materiales:

- Un espejo
- Un recipiente
- Agua
- Una hoja de papel blanca

Procedimiento:

1. Llena el recipiente con agua. Colócalo en tu patio.
2. Coloca un espejo dentro del recipiente.
3. Con la hoja de papel busca la proyección de la luz reflejada.
4. Prueba a cambiar el ángulo del espejo y observa que sucede.



**Figura 3.54.** Experimento: Prisma solar casero.

Fuente:

<http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/14025632/Prisma-Casero-descomponga-la-luz-en-todos-los-colores.html>

Como actividad adicional, se requirió que los chicos utilicen *los aditamentos especiales en el kit (concentrador solar)*, para la realización de la práctica concerniente al mismo tema (ver Capítulo 6).

### **3.6.2. Plan para la lección sobre ventajas y desventajas de sistemas de iluminación natural empleando concentradores solares.**

En esta lección se pretende conocer las ventajas y desventajas del uso de los sistemas de iluminación natural solar.

### 3.6.2.1. Motivación.

Se decidió utilizar una actividad denominada palabras coladas, que consiste en plantear un banco de palabras, entre las cuales se encuentran algunas que no tienen relación con el tema. De esta manera, se pretende que los chicos reconozcan términos relacionados con los sistemas de iluminación natural solar.

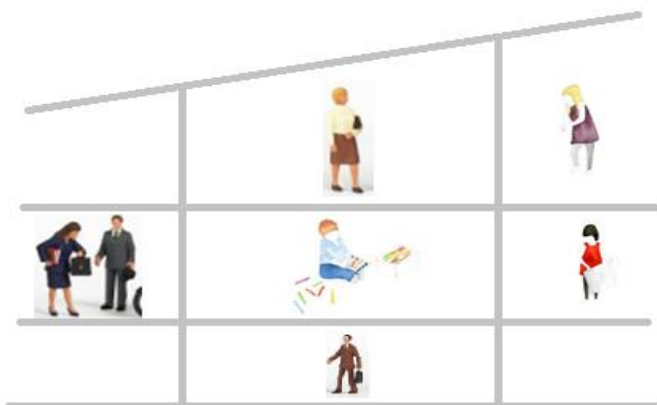
En el siguiente grupo de palabras, descubre las palabras que se han colado:

<i>Iluminación</i>	<i>espectro visible</i>	<i>televisión</i>	<i>ahorro energético</i>
<i>Prisma solar</i>	<i>triángulo</i>	<i>calor</i>	<i>luz solar</i>
<i>Concentrador</i>	<i>radiación</i>	<i>termosolar</i>	<i>fibra óptica</i>

### 3.6.2.2. Experiencia.

Para la experiencia, se planteó que los chicos observen una ilustración diseñada por los autores, pidiéndoles aportar sus ideas de cómo iluminarlo.

Observa el gráfico. ¿Cómo iluminarías este edificio?



**Figura 3.55.** Ilustración referente a iluminación natural.  
Fuente: diseño de los autores

### 3.6.2.3. Reflexión.

Para apoyar la reflexión, se pidió a los chicos encontrar la respuesta a las siguientes interrogantes: *¿cuáles son las ventajas de utilizar sistemas de iluminación natural solar?, ¿cuáles son las desventajas?*

### 3.6.2.4. Conceptualización.

La información relevante se formalizó en una ayuda memoria.



Al utilizar sistemas de iluminación natural solar, se presentan ventajas y desventajas [75], [76], y, [77]. A continuación te resumimos algunas de ellas.

Ventajas:

- *La luz es provista por el Sol, en forma directa, por lo cual es inagotable y no produce emisiones contaminantes.*
- *Un sistema de iluminación natural, puede cumplir con los requerimientos de iluminancia de un local interior. Se puede entonces obtener ahorros de hasta un 90% de energía en edificios de uso diurno, como por ejemplo escuelas, oficinas, industrias, y, edificios residenciales.*
- *El sistema de iluminación solar, introduce menos calor que la mayoría de las fuentes de iluminación eléctrica.*
- *Los sistemas de iluminación solar son dinámicos a lo largo del día, asegurando la conexión del usuario con el ambiente exterior, las radiaciones externas, y, las condiciones de cielo.*

Desventajas:

- *El precio de implementar un sistema de iluminación natural solar puede ser alto, y dado que necesitan captadores o concentradores, se necesita utilizar una superficie considerable.*
- *Otro de los inconvenientes de un sistema de iluminación solar, es que existe transmisión de calor desde el lente de Fresnel, al transportador de fibra óptica.*
- *En algunos lugares la luz solar no tiene la intensidad necesaria o no es suficientemente constante para proporcionar un flujo de energía permanente.*

### **3.6.2.5. Aplicación.**

Como actividad de aplicación, se solicitó a los chicos elaborar un diagrama T de las ventajas y desventajas del uso del espectro visible.

### **3.7. Propuesta para el apartado de radiación ultravioleta**

En este apartado, se propone que los chicos adquieran las habilidades para reconocer las principales definiciones de radiación UV, e, identificar las posibles aplicaciones.

Este apartado incluye 2 lecciones: definiciones generales de radiación ultravioleta UV; y, aplicaciones, ventajas y desventajas de la radiación UV.

### 3.7.1. Plan para la lección sobre definiciones de radiación UV.

En esta lección, se busca explicar las definiciones generales de radiación UV.

#### 3.7.1.1. *Motivación.*

Para la motivación, se utilizó adivinanzas, debido a que estimulan en los chicos, capacidades de observación y reflexión [78].

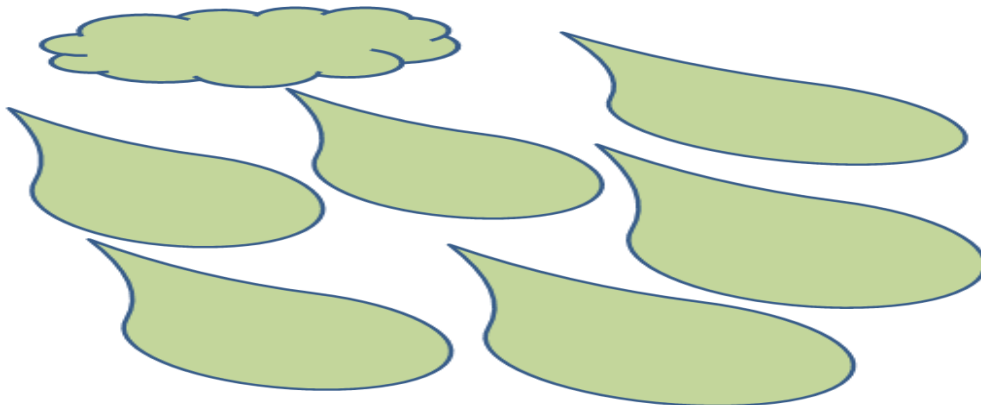
*¿Tienes la respuesta a las siguientes adivinanzas?*

- *¿Qué cosa es esa cosa que entra en el río y no se moja?*
- *Soy un señor encumbrado, ando mejor que el reloj, me levanto muy temprano y me acuesto a la oración.*

#### 3.7.1.2. *Experiencia.*

Como experiencia, se propuso que los chicos completen una lluvia de ideas diseñada por los autores, referente a la radiación UV.

*La radiación solar puede causar quemaduras en la piel, especialmente entre aquellos que se exponen con frecuencia al Sol sin mayor protección. Completa la siguiente lluvia de ideas, con lo que recuerdes en relación a la radiación ultravioleta del Sol.*



**Figura 3.56.** Esquema para lluvia de ideas.  
Fuente: diseño de los autores

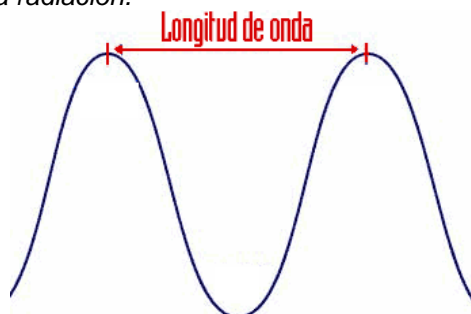
### 3.7.1.3. Reflexión.

En la reflexión, se propuso que los chicos respondieran a 3 interrogantes: *¿qué sucede si te expones demasiado al Sol?*, *¿cómo afecta la radiación UV a la salud de las personas?*, y, *¿qué medidas pondrías en práctica para evitar la sobreexposición a la radiación UV?*

### 3.7.1.4. Conceptualización.

Para la conceptualización, se redactó una ayuda memoria referente a las definiciones generales de la radiación UV.

La radiación se clasifica según la longitud de onda. Como **longitud de onda** se define a la distancia entre dos picos consecutivos de una onda [79]. Cuanto más corta sea la longitud de onda, mayor energía tendrá la radiación.



**Figura 3.57.** Longitud de onda.  
Fuente: diseño de los autores

El Sol emite radiación en una amplia gama de longitudes de onda. La **radiación ultravioleta (UV)**, es parte integral de este conjunto, y, está formada por ondas con longitudes menores a la longitud de onda del espectro visible (luz).

La **capa de ozono** que rodea a nuestro planeta, absorbe la mayor parte de radiación UV proveniente del Sol. Sin embargo, parte de esa radiación logra atravesar la capa de ozono, y, puede causar quemaduras en la piel, especialmente en aquellas personas que se exponen demasiado al Sol. Por esta razón, es importante limitar la exposición a la radiación UV y/o protegerse al aire libre [80].



**Figura 3.58.** Ilustración representativa de la capa de ozono.

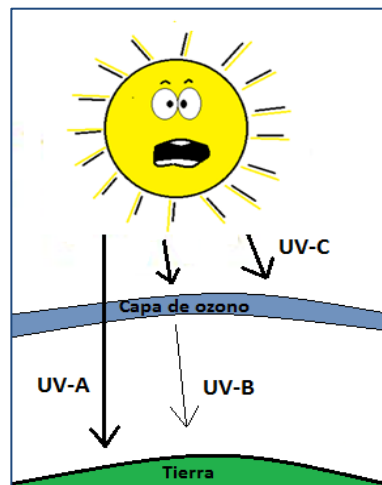
Fuente: <http://bibliotecaverde.wikieco.org/wp-content/uploads/2011/07/dibujo-capa-de-ozono.jpg>

Se diferencian 3 tipos de radiación UV, de acuerdo a su impacto en la salud humana y a su longitud de onda [81]:

La radiación **ultravioleta A (UVA)**, posee mayor longitud de onda, es relativamente inofensiva, y, atraviesa la capa de ozono.

La radiación **ultravioleta B (UVB)**, es en gran parte absorbida por la capa de ozono, pero una porción considerable alcanza la superficie de la Tierra, ocasionando en las personas: bronceado, quemaduras, envejecimiento de piel, etc.

La radiación **ultravioleta C (UVC)**, es totalmente absorbida por la capa de ozono, es la de menor longitud de onda, y, en presencia de la misma no sería posible la vida en la Tierra.



**Figura 3.59.** Tipos de rayos UV.  
Fuente: diseño de los autores

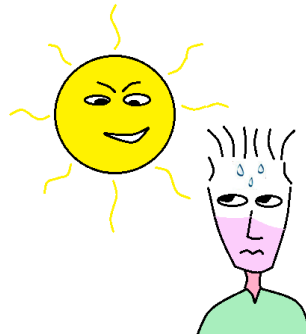
Los niveles de radiación UV que inciden en la Tierra, dependen tanto de la capa de ozono como de otros factores, tales como la hora del día, la época del año, la altitud, y, las condiciones climáticas [80].

Los rayos UV del Sol, inciden con mayor fuerza entre las 10h00 y las 16h00.

Mientras mayor sea la **altitud** a la que te encuentres, menor será la atenuación de los rayos del Sol, por lo que la radiación UV será mayor que a nivel del mar.

El ángulo de incidencia de la luz solar, varía según la **época del año**. La intensidad de radiación UV es mayor durante los meses de verano.

Las nubes reducen el nivel de radiación UV.



**Figura 3.60.** Representación de los peligros de los rayos UV.  
Fuente: diseño de los autores

El Sol es imprescindible para la vida, pero la **sobreexposición** a la radiación UV puede ocasionar efectos graves en la salud como el fotodaño, la quemadura solar, la insolación, y, otros efectos crónicos [82], [83].

El **fotodaño** produce cambios en la piel, tales como arrugas, asperezas, pecas, etc.

Las **quemaduras** se producen por la exposición excesiva a la radiación UV, en especial a la UVA.

La **insolación** es la deshidratación por sobreexposición al Sol. Suele acompañarse de escalofríos, fiebre, vómitos, dolor de cabeza, y, malestar general.

Entre los **efectos crónicos** se cuentan el cáncer de piel y las cataratas.

La protección contra la sobreexposición a la radiación UV es sencilla: permanecer a la **sombra**, usar **sombrero**, usar **protector solar**, limitar el **tiempo de exposición al Sol**, entre otras acciones. Las **gafas** de Sol, con protección UVA y UVB, reducen en gran medida la exposición de los ojos al Sol, minimizando el riesgo que cataratas y otros daños a la vista.

El **índice UV** describe los niveles de radiación pronosticados para el día, en una escala de 0 a >11 [84].

**Tabla 3.4.** Índice UV.

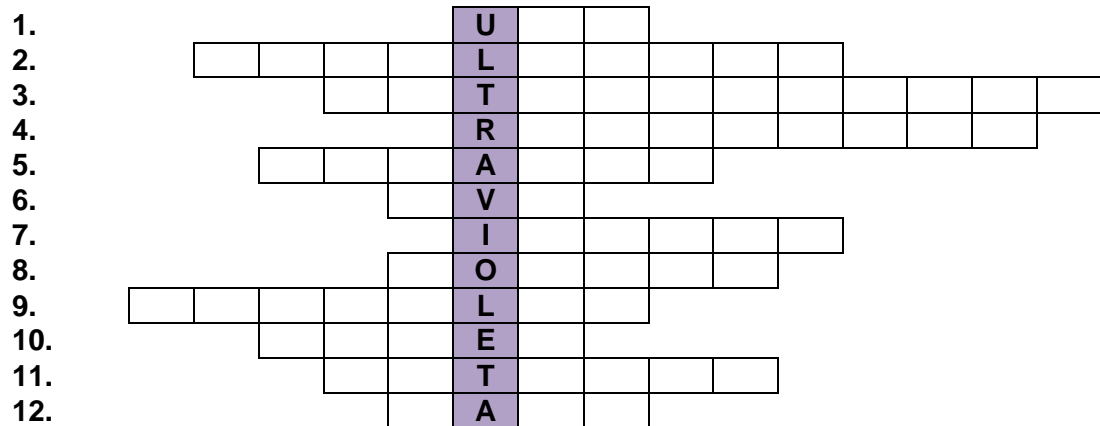
<b>Color</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Índice UV</b>
Verde	<i>Bajo: puede permanecer en el exterior.</i>	0-2
Amarillo	<i>Moderado: buscar las sombras durante las horas del mediodía.</i>	3-5
Naranja	<i>Alto: Utilizar ropa adecuada, protector solar, y, sombrero</i>	6-7
Rojo	<i>Muy alto: evitar estar al aire libre durante las horas del mediodía.</i>	8-10
Morado	<i>Extremadamente alto: la sombra, bloqueador solar, y, un sombrero son una necesidad.</i>	> 11

Fuente: diseño de los autores

### 3.7.1.5. Aplicación.

Para reforzar los conocimientos adquiridos, se solicitó a los chicos resolver un crucigrama diseñado por los autores.

Resuelve el siguiente crucigrama:



**Figura 3.61.** Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta.  
Fuente: diseño de los autores.

**Claves:**

1. Radiación totalmente absorbida por la capa de ozono.
2. La \_\_\_\_\_ es la deshidratación ocasionada por la sobreexposición al Sol.
3. Radiación del espectro electromagnético con longitudes de onda menores que el espectro visible.
4. El Sol emite \_\_\_\_\_ en una amplia gama de longitudes de onda.
5. Color \_\_\_\_\_, con riesgo extremadamente alto del índice UV.
6. Radiación que atraviesa la capa de ozono.
7. El \_\_\_\_\_ UV, describe los niveles de radiación ultravioleta pronosticados para el día.
8. La \_\_\_\_\_ es una de las mejores maneras de protegerse contra el Sol.
9. Color \_\_\_\_\_, con riesgo moderado del índice UV.
10. Al existir \_\_\_\_\_ el nivel de radiación ultravioleta disminuye.
11. Mientras mayor sea la \_\_\_\_\_ a la que te encuentres, menor será la atenuación de los rayos del Sol.
12. El riesgo \_\_\_\_\_ del índice UV, indica que puedes permanecer en el exterior.

**3.7.2. Plan para la lección sobre aplicaciones, ventajas y desventajas de la radiación UV.**

Como objetivos de esta lección, se propuso identificar las aplicaciones de la radiación UV, y, reconocer sus ventajas y desventajas.

**3.7.2.1. Motivación.**

Para la motivación, se utilizó una tabla diseñada por los autores, en la que los chicos deberán pintar del mismo color, las sílabas que formen palabras completas.

Completa la palabra correcta, pintando del mismo color las sílabas que completen una palabra.

PE	UL	IN	DI	TA
NO	LI	O	TRA	DU
VIO	RA	YOS	MA	ZO
RA	GRO	CE	LE	QUE

### 3.7.2.2. **Experiencia.**

Para la experiencia, se planteó que los chicos respondan verdadero o falso, a algunas afirmaciones propuestas.

Responde con verdadero o falso, según creas conveniente, a las siguientes afirmaciones:

- ( ) El Sol emite radiación en una amplia gama de longitudes de onda.
- ( ) La radiación UV se puede ver.
- ( ) La capa de ozono absorbe la mayor parte de radiación ultravioleta.
- ( ) El ángulo de incidencia de radiación UV, no varía según la época del año.
- ( ) La sobreexposición a la radiación UV ocasiona efectos graves en la salud.
- ( ) El índice UV describe los niveles de radiación pronosticados para el día.

### 3.7.2.3. **Reflexión.**

En la reflexión, se requirió que los chicos responda a 2 interrogantes: *¿cómo utilizarías la radiación UV en tu entorno?*, y, *¿cuáles consideras que son las ventajas y desventajas de la radiación UV?*

### 3.7.2.4. **Conceptualización.**

Se propuso la redacción de una ayuda memoria que permita “resumir” lo aprendido en esta lección.

La radiación ultravioleta no sólo presenta efectos negativos, sino que también puede ser aprovechada de **diversas formas gracias a su capacidad de matar biorganismos** [85].

La **desinfección de agua**, es la aplicación más extendida de la radiación UV. Diferentes tecnologías permiten tratar el agua de un pequeño depósito, y, potabilizarla para consumo humano. La potabilización de agua con utilización de radiación UV, puede hacerse de forma continua o por lotes.

Se conoce como sistemas de tratamiento **continuo**, a aquellos que potabilizan agua de manera interrumpida. En estos sistemas, el agua cruda se capta de la fuente, mediante una bomba eléctrica. Luego, pasa al bloque de pre-tratamiento (por lo general compuesto de filtros de sedimentos, y, carbón activo), para luego ser expuesta a radiación UV (en una lámpara UV) [86].

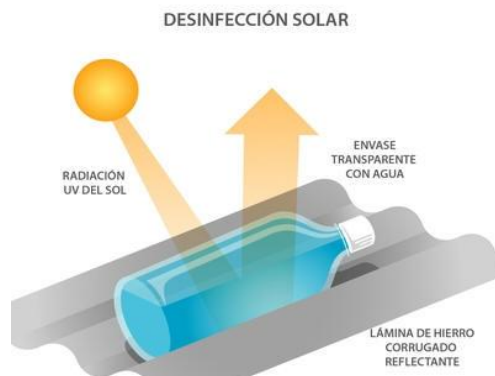


**Figura 3.62.** Proceso de purificación de agua de forma continua.

Fuente:

<http://aguapura.ecodeter.com/filtrosdeagua.asp>

Los sistemas de tratamiento **por lotes**, son capaces de entregar volúmenes de agua tratada cada cierto intervalo de tiempo. El agua cruda se capta de la fuente, pasa al módulo de tratamiento, en donde es almacenada y expuesta a la radiación UV [86].



**Figura 3.63.** Purificación de agua por rayos solares.

Fuente:

[http://www.elaguapotable.com/radiacion\\_ultravioleta.htm](http://www.elaguapotable.com/radiacion_ultravioleta.htm)

Entre otras de las aplicaciones de la radiación UV, se cuenta la **desinfección de aire**, y, la **desinfección de superficies**.

En **fotoquímica**, la obtención de algunos productos químicos se facilitada enormemente, si los reactivos se exponen a la acción de la radiación UV.



En resumen, la radiación UV tiene ventajas y desventajas como las siguientes [87]:

**Tabla 3.5.** Ventajas y desventajas de la radiación UV.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
La radiación UV es aplicable a sólidos, líquidos, y gases.	La radiación UV no puede evitar una contaminación posterior al tratamiento.
Aunque los costes de instalación pueden ser altos si se comparan con otros sistemas, la poca potencia que emplean las lámparas UV puede compensar rápidamente ese gasto.	En los sistemas de producción por lotes, es necesaria la presencia radiación solar constante. Sin ella la contaminación microbiológica no es eliminada.
Es una tecnología que puede automatizarse de forma sencilla, eliminando la necesidad de intervención humana.	El ser humano no debe nunca estar expuesto a la acción directa de la radiación ultravioleta, ya que puede causar efectos graves en la salud.

Fuente: diseño de los autores

### 3.7.2.5. Aplicación.

Como actividad de aplicación, se solicitó que los chicos explicar el proceso de purificación de agua con radiación UV, utilizando un grupo de imágenes.

Observa las imágenes, y, explica el proceso de purificación del agua con radiación UV.



**Figura 3.64.** Proceso de purificación del agua con radiación UV.

Fuente: diseño de los autores.

..... .....	..... .....	..... .....	..... .....	..... .....
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

## **CAPÍTULO 4**

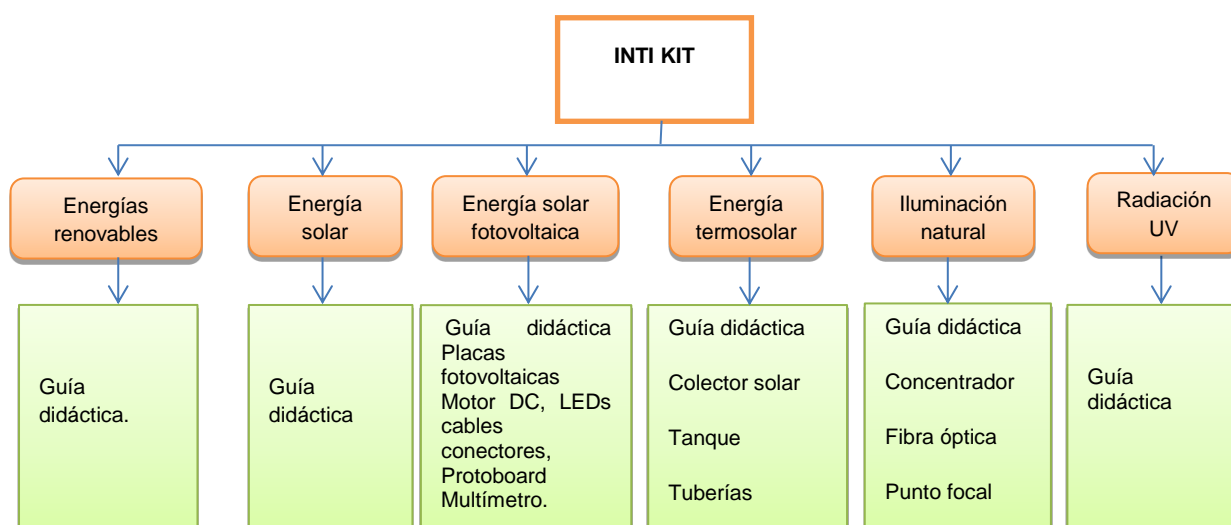
### **4. DISEÑO DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA ALFABETIZACIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR, PARA EL SEGMENTO K12-14.**

#### 4.1. Introducción

El modelo constructivista de educación, sostiene que los seres humanos generan el conocimiento a partir de sus experiencias, de sus ideas; mediante la resolución de problemas, y, la ejecución de actividades de invención y experimentación; con la presencia de un guía (un maestro o un texto) que, debe atender las necesidades e intereses del aprendiz.

En este contexto, y, en el marco de este proyecto, se decidió construir un kit de alfabetización para el uso de energía solar, a partir de módulos de aplicación (ver Figura 4.1). Los módulos a diseñar y construir, se complementarán con la guía didáctica propuesta en el capítulo 2.

En este documento, se explica brevemente el contenido programático de cada uno de los módulos propuestos, y, se profundiza en el diseño mecánico y eléctrico de los aditamentos requeridos para abordar la temática de colectores solares, paneles solares, y, sistema de iluminación solar.



**Figura 4.1.** Requerimientos de elementos, equipos, y, material de apoyo en cada uno de los módulos del kit de aprendizaje.

Fuente: diseño de los autores

## **4.2. Diseño de los módulos del kit**

El kit para alfabetización energética, estará conformado por 6 módulos diseñados desde una perspectiva netamente experimental. En la Figura 4.1, se detalla los requerimientos de elementos, equipos, y, material de apoyo, en cada uno de los módulos a diseñar.

## **4.3. Diseño del módulo de energías renovables**

### **4.3.1. Contenido programático.**

En el módulo de energías renovables (correspondiente al capítulo 1 de la guía didáctica “Inti kit”), se abordará los conceptos básicos, la clasificación de las fuentes de energía renovables, y, las ventajas y desventajas de las energías renovables.

### **4.3.2. Diseño de aditamentos especiales.**

El tratamiento de los temas propuestos no exige el diseño de aditamentos especiales o adicionales, y, explota exclusivamente los recursos de la guía didáctica.

## **4.4. Diseño del módulo de energía solar**

### **4.4.1. Contenido programático.**

En este presente módulo (correspondiente al capítulo 2 de la guía didáctica), se explicará las definiciones generales, nuevos usos de la energía solar, y, ventajas y desventajas.

### **4.4.2. Diseño de aditamentos especiales.**

El tratamiento de los temas propuestos no exige el diseño de aditamentos especiales o adicionales, y, explota exclusivamente los recursos de la guía didáctica.

## 4.5. Diseño del módulo de energía solar fotovoltaica

### 4.5.1. Contenido programático.

En el módulo de energía solar fotovoltaica (correspondiente al capítulo 3 de la guía didáctica), se tratará las definiciones básicas de circuitos eléctricos, sistema fotovoltaico, aplicaciones, y, ventajas y desventajas.

### 4.5.2. Diseño de aditamentos especiales.

Para el tratamiento de los temas propuestos, se diseñará e implementará un mini sistema experimental de paneles solares.

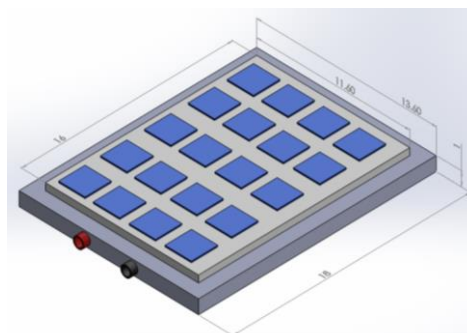
En un panel solar, la radiación solar, compuesta por fotones, incide en las células fotovoltaicas, creándose un campo eléctrico entre las capas. Cuanto más intensa es la luz, mayor es el flujo de electricidad posible [88] (ver Figura 4.2).



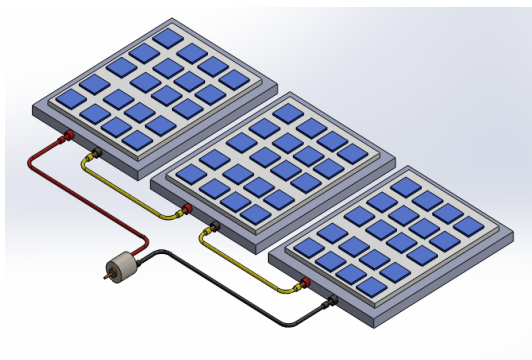
**Figura 4.2.** Diagrama de bloques del módulo fotovoltaico.  
Fuente: diseño de los autores

Las células fotoeléctricas transforman energía solar en electricidad, en forma de corriente continua que, a través de un inversor, puede transformarse a corriente alterna.

En el marco de este proyecto, se requiere de 3 placas fotovoltaicas montadas en bases individuales. Cada base poseerá terminales de salida que, facilitarán la conexión de las placas en esquemas en serie, y, paralelo (ver Figuras 4.3 y 4.4).



**Figura 4.3.** Base individual para soporte de las placas fotovoltaicas a utilizar.  
Fuente: diseño de los autores



**Figura 4.4.** Ejemplo de conexión en serie de las placas fotovoltaicas a utilizar.

Fuente: diseño de los autores

Se decidió emplear placas fotovoltaicas genéricas, disponibles en el mercado, cuyas características principales se muestran en la Tabla 4.1. Este tipo de placa se seleccionó por cuanto proporciona la energía suficiente para alimentar los dispositivos a emplear como carga del sistema (LEDs y motor DC).

**Tabla 4.1.** Característica técnicas principales de las placas fotovoltaicas a emplear.

<b>Tamaño, cm</b>	16 x 11,6
<b>Voltaje, V</b>	5
<b>Amperaje, mA</b>	450
<b>Potencia, W</b>	2.25
<b>Dimensiones del soporte, cm</b>	18 x 13 x 1

Fuente: diseño de los autores

Con ayuda de un multímetro, se registrará información característica del sistema como voltaje y corriente, para las distintas configuraciones de conexión de los paneles (serie, y paralelo).

## 4.6. Diseño del módulo de energía termosolar

### 4.6.1. Contenido programático.

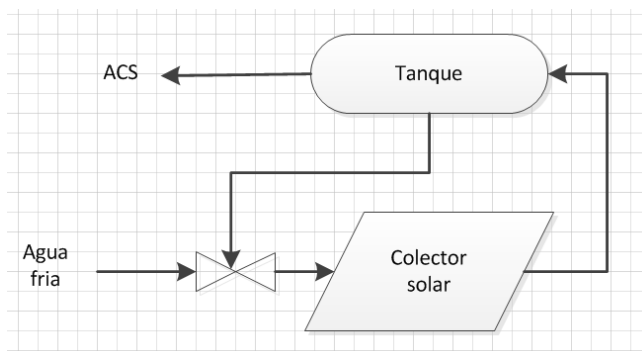
En el módulo de energía termosolar, correspondiente al capítulo 4 de la guía didáctica, se abordará las definiciones de básicas de sistemas termosolares, y, ventajas y desventajas.

### 4.6.2. Diseño de aditamentos especiales.

El tratamiento de los temas propuestos no exige el diseño de aditamentos especiales o adicionales, y, explota exclusivamente los recursos de la guía didáctica.

Para atender los requerimientos del contenido programático del módulo de energía termosolar, en el kit propuesto, se construirá un termosifón.

Un termosifón consta de 4 partes: colector solar, tanque de almacenamiento, tuberías, y, soporte; que en conjunto cumple el proceso descrito en la Figura 4.5.

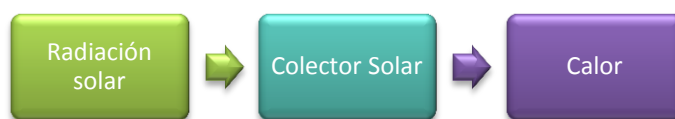


**Figura 4.5.** Diagrama de funcionamiento del termosifón.

Fuente: diseño de los autores

#### 4.6.2.1 *Colector solar.*

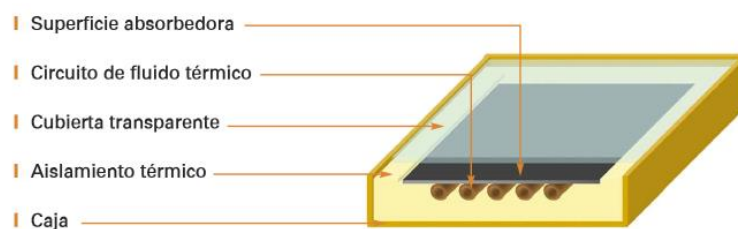
La función de un colector solar es transformar la radiación solar en calor (ver Figura 4.6). En forma básica, un colector es una superficie sólida (absorbente), con un coeficiente de absorción lo más elevado posible, y, un agente (fluido térmico) al que se le transmite el calor. Para evitar, en lo posible, pérdidas por el ambiente, se interpone un vidrio entre el absorbente y el ambiente.



**Figura 4.6.** Diagrama de bloques del módulo colector solar.

Fuente: diseño de los autores

Existen tres tipos de colectores solares [89]. En el marco de este proyecto, se utilizará un colector de placa plana, con cubierta, operado a presión de línea por efecto termosifónico. Un colector de este tipo, está compuesto por: la superficie del colector, el circuito de fluido térmico, la cubierta, el aislante, y, la caja (ver Figura 4.7).

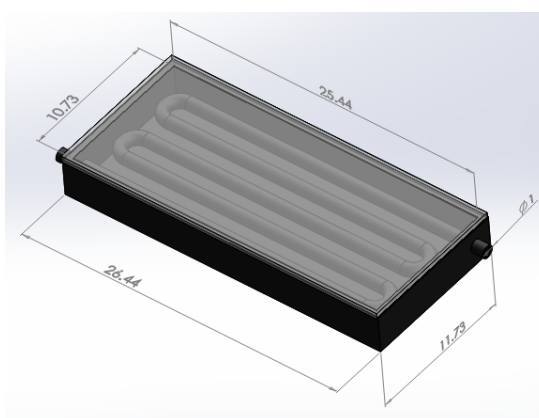


**Figura 4.7.** Componentes del colector solar.

Fuente:

[http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49ae9a23d0d51/1236188976\\_Guia\\_didactica\\_colectores\\_solares\\_termicos.pdf](http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49ae9a23d0d51/1236188976_Guia_didactica_colectores_solares_termicos.pdf)

La Figura 4.8 muestra una perspectiva del colector solar a construir.



**Figura 4.8.** Perspectiva del colector solar a construir.

Fuente: diseño de los autores

Para determinar el **área requerida en el colector**, se decidió adoptar un colector de mercado tipo VITOSOL 100F modelo SV1A/SV1B [5] (ver Tabla 4.2), y, aproximar las medidas del colector requerido para el kit, aplicando una relación de escala.

**Tabla 4.2.** Geometría del colector solar VITOSOL 100F modelo SV1A/SV1B.

<b>Ancho, cm</b>	105,6
<b>Largo, cm</b>	238,0

Fuente: diseño de los autores

Para aproximar la geometría del colector requerido, se empleó una escala de 1:9, de forma tal que se obtenga un producto que optimice el espacio en la empaquetadura del kit. La Tabla 4.3, muestra la geometría del colector a construir, considerando una profundidad de 3 cm para el colector.

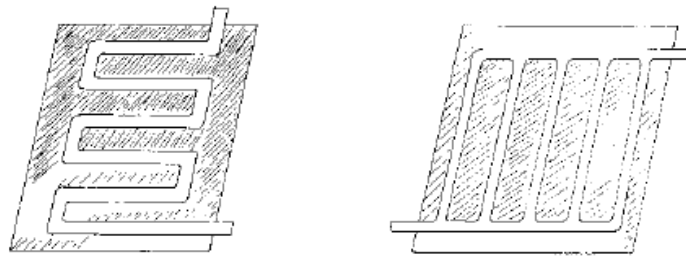


**Tabla 4.3.** Medidas del colector solar a escala 1:9.

<b>Ancho, cm</b>	11,73
<b>Largo, cm</b>	26,44
<b>Profundidad, cm</b>	3
<b>Ancho utilizable, cm</b>	10,73
<b>Largo utilizable, cm</b>	25,44
<b>Área colectora, m<sup>2</sup></b>	0,027

Fuente: diseño de los autores

Para la **circulación del fluido térmico**, se emplean diversas técnicas, como la utilización de tubería con arreglo sinuoso, tubería vertical paralela, tubería dentro de la lámina, etc. En el marco de este proyecto, se decidió emplear tubería con arreglo sinuoso o serpentín, debido a que permite obtener una mayor temperatura en función de un mayor recorrido (ver Figura 4.9).



**Figura 4.9.** Tubería con arreglo sinuoso y tubería vertical paralela.

Fuente: <http://www2.uacj.mx/publicaciones/colectores2.pdf>

El serpentín se construirá de cobre, dado su alta eficiencia en absorción, con una conductividad de 387 W/mK, superior a la del aluminio (230 W/mK) y del acero galvanizado (48 W/mK) [89].

Se utilizará una **cubierta transparente** de acrílico, que transmite el 90% de la energía luminosa [89]. El acrílico permite concentrar el calor dentro del colector, utilizando el principio de invernadero.

Para aislamiento se usará aluminio, pintado con un color negro mate para mejorar la absorción de luz, sin reflectarla.

Se construirá una **caja de metal**, de color negro, con una estructura robusta pero liviana, que deberá soportar el peso del fluido térmico. Se utilizará pintura antioxidante para proteger a la caja de la intemperie.

#### 4.6.2.2 Tanque de almacenamiento.

En la bibliografía, se recomienda un volumen de almacenamiento de 75 a 100 l por cada m<sup>2</sup> de área colectora [91]. Considerando un storage de 75 l, y, el área colectora calculada de 0.027 m<sup>2</sup>, se determinó la necesidad de construir un tanque de almacenamiento de 2 l.

El tanque a construir será de forma cilíndrica, y, se montará sobre un soporte conjuntamente con el colector. Por esta razón se fijó el largo del tanque igual al largo del colector (0,2644 m). El radio de la circunferencia del tanque, se obtendrá de la ecuación (4.1) para el volumen de un cilindro.

$$V = \pi r^2 h \quad (4.1)$$

En dónde,

V= Volumen del cilindro (l)

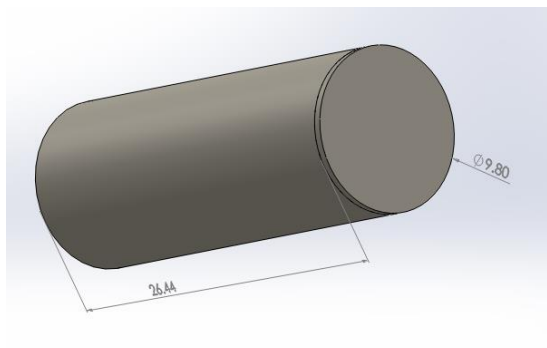
r= Radio del cilindro (m)

h= Altura del cilindro (m)

$$r = \sqrt{\frac{2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{\pi(0,2644)}}$$

$$r = 0,49 \text{ m}$$

La Figura 4.10, muestra la geometría del tanque cilíndrico a construir.



**Figura 4.10.** Vista frontal y lateral del tanque de almacenamiento a construir.

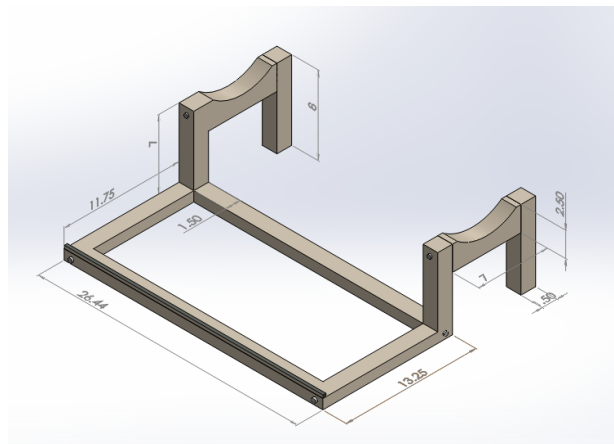
Fuente: diseño de los autores

#### 4.6.2.3 Tubería.

La tubería a utilizar será de cobre, y, conducirá el agua a calentar hacia el colector, y, unirá el colector con el tanque de almacenamiento. La tubería será lo más corta posible, de tal manera que conserve el calor del agua.

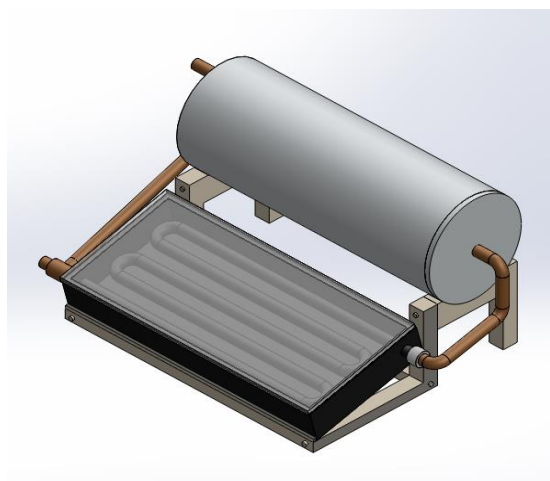
#### 4.6.2.4 Soporte.

La bibliografía recomienda inclinar los sistemas termosolares respecto de la horizontal, en un ángulo equivalente a la latitud del lugar más  $10^\circ$  [92]. Para la ciudad de Loja, situada a una latitud  $4^\circ$  S, la inclinación será de  $14^\circ$ . La estructura de soporte del sistema, considera esta inclinación y permite sujetar el colector solar y el tanque (ver Figura 4.11).



**Figura 4.11.** Estructura de soporte para el termosifón.  
Fuente: diseño de los autores

El ensamblado final del termosifón a construir, se detalla en la Figura 4.12.



**Figura 4.12.** Termosifón a construir.  
Fuente: diseño de los autores

Una llave de paso alimentará un recipiente a la salida del termosifón. Con ayuda de una termocupla conectada al multímetro, se registrará la temperatura a la que se encuentra el líquido en la entrada y salida del termosifón.

#### 4.7. Diseño del módulo de iluminación natural

##### 4.7.1. Contenido programático.

En el módulo de iluminación natural, correspondiente al capítulo 5 de la guía didáctica, se describirá el espectro visible, y, ventajas y desventajas de los sistemas de iluminación natural.

##### 4.7.2. Diseño de aditamentos especiales.

Para atender los requerimientos del contenido programático del módulo de iluminación natural, en el kit propuesto, se construirá un concentrador de iluminación natural, compuesto por el concentrador solar, y, un soporte (ver Figura 4.13).

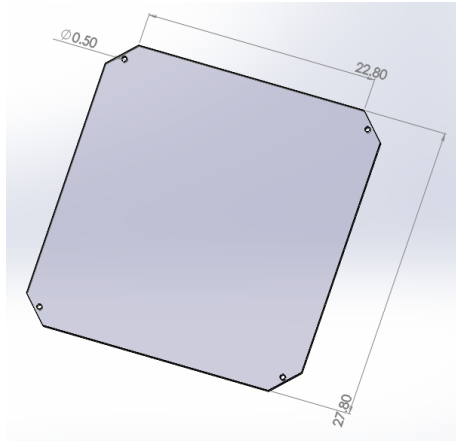


**Figura 4.13.** Diagrama de bloques del módulo iluminación solar.  
Fuente: diseño de los autores

##### 4.7.2.1 Concentrador solar.

Un concentrador solar, permite concentrar la luz del Sol en un área reducida, aumentando la intensidad energética de la misma.

Para la elaboración del concentrador solar, se utilizará una lente de Fresnel, operando como focalizador de luz. La lente a emplear se muestra en la Figura 4.14; mide 27.8 cm por lado, y, tienen un índice de refracción de 1.49, correspondiente al acrílico [93]. Las características de la lente se muestran en la Tabla 4.4.



**Figura 4.14.** Geometría de la lente de Fresnel a utilizar.  
Fuente: diseño de los autores

**Tabla 4.4.** Características de la lente de Fresnel a utilizar.

<b>Tamaño, cm</b>	27,8 x 27,8 x 0,3
<b><math>n_{lente}</math></b>	1,49
<b><math>n_0</math></b>	1,000277
<b><math>R_1</math>, cm</b>	13,5
<b><math>R_2</math>, cm</b>	-13,5

Fuente: diseño de los autores

Dado que el experimento se realizará en el aire, el índice de refracción será de 1.000277. A través de la ecuación de Lens-Marker [94], se calculó la potencia de la lente de Fresnel (ver ecuación 4.2), y, la ubicación del foco (ver ecuación 4.3) en el que se conectará la fibra óptica.

$$P_{lente} = \frac{(n_{lente} - n_0)}{n_0} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (4.2)$$

En dónde,

$P_{lente}$  = Potencia de la lente de Fresnel (dioptrías)

$n_{lente}$  = Índice de refracción de la lente.

$n_0$  = Índice de refracción del aire.

$R_1$  y  $R_2$  = Radios de la lente de Fresnel (cm)

$$P_{lente} = \frac{(1,49 - 1)}{1} \left( \frac{1}{13,5} - \frac{1}{-13,5} \right)$$

$$P_{lente} = 0,07259 \text{ dioptrías}$$

$$P_{lente} = \frac{1}{f} \quad (4.3)$$

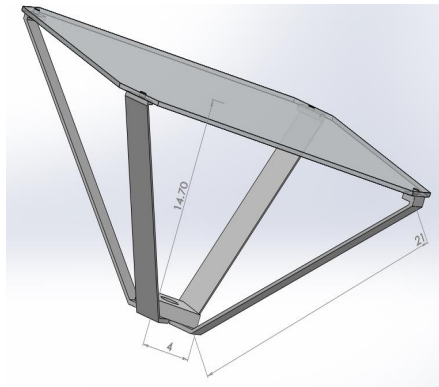
En dónde,

$P_{lente}$  = Potencia de la lente de Fresnel (dioptrías)

$f$  = Distancia focal de la lente (cm)

$$f = \frac{1}{P_{lente}} = \frac{1}{0,07259} = 13,78 \text{ cm}$$

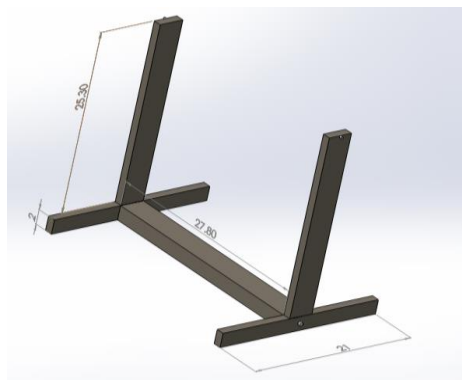
Para calcular las medidas de la estructura que sujetará el punto focal con la lente de Fresnel, y que permitirá conectar la fibra óptica, se consideró la lente como si fuese un cuadrado (en realidad es un octógono irregular). Aplicando el teorema de Pitágoras, a partir de esta geometría, se determinó la ubicación espacial del punto focal. Como resultado se obtuvo el diseño de la estructura de soporte (ver Figura 4.15).



**Figura 4.15.** Diseño del concentrador solar final.  
Fuente: diseño de los autores

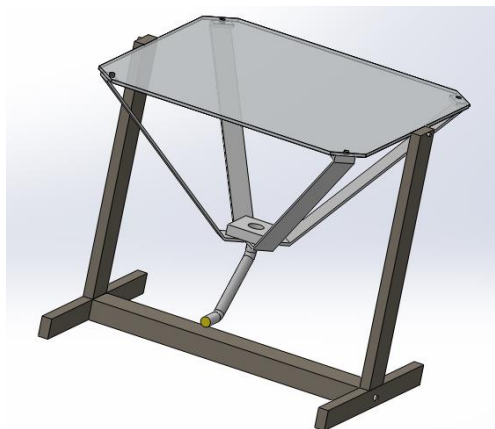
#### 4.7.2.2 Soporte.

Definida la estructura del concentrador solar, se diseñó el soporte de tal manera que pueda ofrecer el sostén requerido (ver Figura 4.16).



**Figura 4.16.** Diseño del soporte con medidas en cm.  
Fuente: diseño de los autores

La Figura 4.17 muestra en el ensamblado final del soporte y del concentrador solar.



**Figura 4.17.** Diseño del concentrador para iluminación solar.  
Fuente: diseño de los autores

#### **4.8. Diseño del módulo de radiación UV**

##### **4.8.1. Contenido programático.**

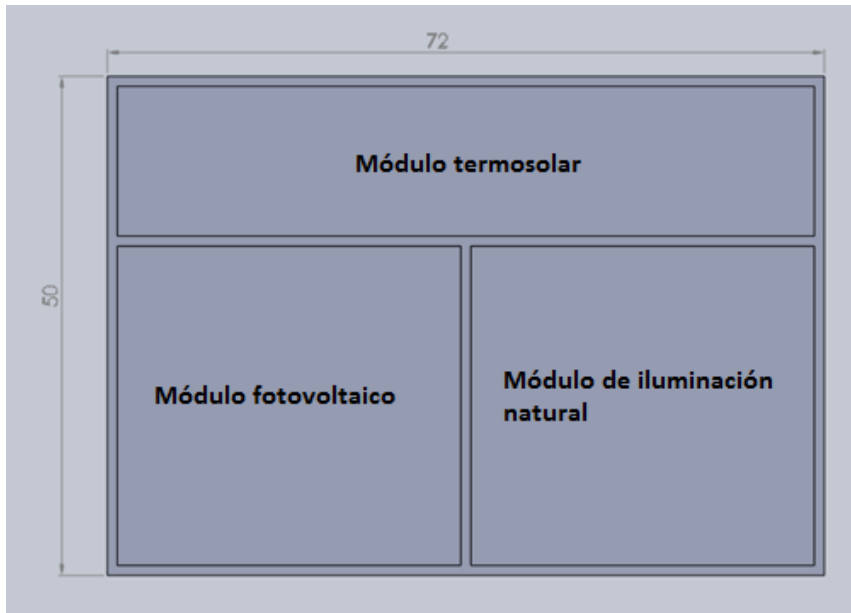
En el módulo de radiación UV, correspondiente al capítulo 6 de la guía didáctica, se explicará temas como: definiciones de radiación UV, aplicaciones, y, ventajas y desventajas.

##### **4.8.2. Diseño de aditamentos especiales.**

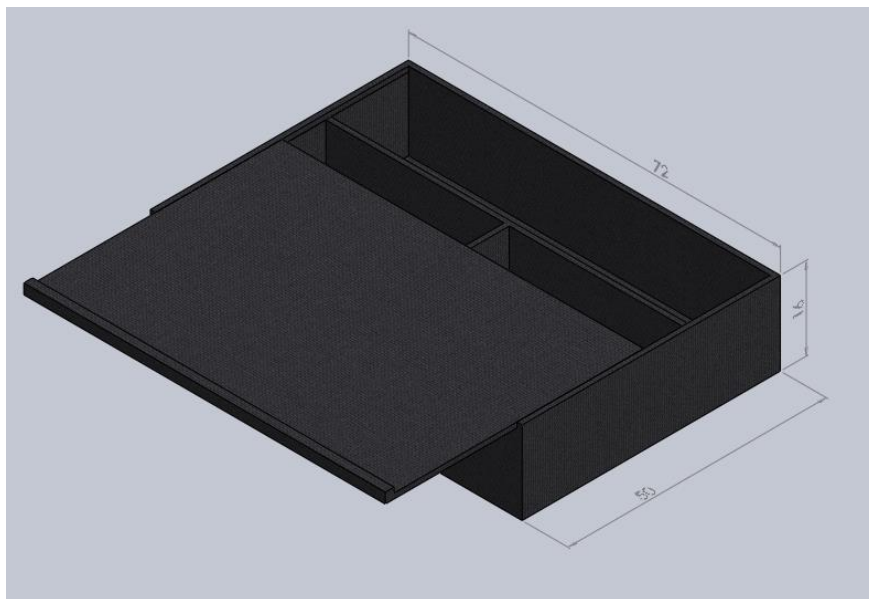
En el tratamiento de los temas propuestos no exige el diseño de aditamentos especiales o adicionales, por lo que se requiere exclusivamente los recursos de la guía didáctica.

#### **4.9. Propuesta del empaque**

Tomando en cuenta las medidas de cada uno de los aditamentos especiales requeridos en los módulos propuestos, se propuso diseñar un empaque que soporte todos los elementos (ver Figuras 4.18 y 4.19).



**Figura 4.18.** Distribución general en cm, de los aditamentos especiales requeridos en los módulos, dentro del empaque.  
Fuente: diseño de los autores



**Figura 4.19.** Diseño del empaque (72cm x50cm x16cm).  
Fuente: diseño de los autores



## **CAPÍTULO 5**

### **5. CONSTRUCCIÓN DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA UN KIT DE ALFABETIZACIÓN EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR EN EL SEGMENTO K12-K14.**

## 5.1. Introducción

Como parte de una iniciativa para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar, orientada a chicos con edades en el segmento K12-K14, se planteó planificar una serie de experiencias prácticas que refuercen la adquisición de competencias en los chicos.

En el capítulo anterior, se describió el diseño de los aditamentos especiales requeridos para las prácticas propuestas. En este capítulo, se describe los resultados obtenidos en la construcción de los aditamentos.

## 5.2. Construcción de aditamentos complementarios

En el marco de este proyecto, se propuso el diseño e implementación de un kit para alfabetización energética, conformado por 6 módulos; en 3 de ellos (energías renovables, energía solar, y radiación UV), para la alfabetización se utiliza exclusivamente los recursos de la guía didáctica elaborada, en los 3 restantes (energía fotovoltaica, energía termosolar, e, iluminación natural), a más de los recursos incluidos en la guía didáctica, se requiere la utilización de aditamentos complementarios.

### 5.2.1. Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía solar fotovoltaica.

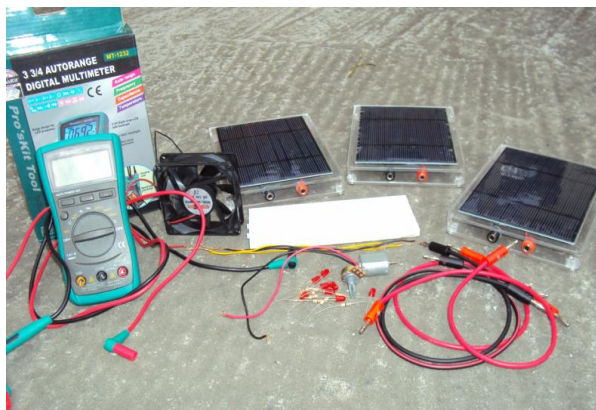
Para optimizar la adquisición de habilidades en el uso de la energía solar fotovoltaica, el material de la guía didáctica se reforzó con 3 experiencias prácticas (parámetros de operación de los paneles solares, conexión de paneles solares en serie y en paralelo, y, usos potenciales de energía fotovoltaica), en cuyo diseño se incluyó la utilización de 3 paneles solares de bajo costo, disponibles en el mercado, cuyas características técnicas más importantes se muestran en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1.** Principales característica técnicas de los paneles solares a emplear.

<b>Tamaño, cm</b>	16 x 11,6
<b>Voltaje, V</b>	5
<b>Amperaje, mA</b>	450
<b>Potencia, W</b>	2,25

Fuente: diseño de los autores

Para facilitar la operación de los paneles en las experiencias prácticas, éstos fueron montados en bases individuales (ver Figura 5.1). En cada base se habilitó 2 terminales de conexión que facilitan la conformación de arreglos en serie y en paralelo.



**Figura 5.1.** Aditamentos requeridos para experiencias prácticas con energía solar fotovoltaica.

Fuente: fotografía de los autores

Se completó los aditamentos requeridos para este grupo de experiencias prácticas, con la adquisición de un motor DC, un almacén de LEDs, un ventilador DC, un protoboard, y, un multímetro. Las características de estos dispositivos corresponden a lo acordado en la fase de diseño.

### **5.2.2. Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía termosolar.**

Para optimizar la adquisición de habilidades en el uso de la energía termosolar, el material de la guía didáctica se reforzó con 1 experiencia práctica (funcionamiento de un sistema termosolar), en cuyo diseño se incluyó la utilización de un termosifón, de construcción propia bajo el concepto de modelo a escala de un sistema real (ver capítulo 4).

El termosifón construido consta de 4 bloques: colector solar, tanque de almacenamiento, tuberías, y, soporte (ver Figura 5.2).



**Figura 5.2.** Bloques del termosifón construido.

Fuente: fotografía de los autores

El *colector* se construyó del tipo de placa plana, de latón con una cubierta de acrílico. En su interior, sobre una placa aislante de cartón y aluminio, se colocó un serpentín fabricado con tubería de cobre. Todo el colector se pintó de color negro (ver Figura 5.3).



**Figura 5.3.** Colector solar.  
Fuente: fotografía de los autores

El *tanque de almacenamiento* se construyó de acero inoxidable, en forma cilíndrica, con una capacidad de almacenamiento de 2 l. En los extremos del tanque se ubicaron salidas de tubería de cobre, de tal manera que permitan la operación como termosifón (ver Figura 5.4).



**Figura 5.4.** Tanque de almacenamiento.  
Fuente: fotografía de los autores

Para conducir el agua entre el colector y el tanque de almacenamiento, se construyó una red de *tuberías* de cobre. Las tuberías se unen a los otros bloques procurando evitar la filtración de agua. La estructura de *soporte* del termosifón, se construyó de aluminio. La estructura prevé una inclinación de  $14^\circ$  para el colector (ver Figura 5.5).



**Figura 5.5.** Estructura de soporte para el termosifón.

Fuente: fotografía de los autores

El termosifón se completa con una llave y una cortadora, La Figura 5.6 muestra el ensamblaje final del termosifón construido.



**Figura 5.6.** Ensamblado final del termosifón

Fuente: fotografía de los autores

### **5.2.3. Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con iluminación natural.**

Para optimizar la adquisición de habilidades en el empleo de sistemas de iluminación natural, el material de la guía didáctica se reforzó con 1 experiencia práctica (funcionamiento de un sistema de iluminación natural), en cuyo diseño se incluyó la utilización de un concentrador solar con lente de Fresnel, y, de un arnés de fibra óptica (ver Figura 5.7).



**Figura 5.7.** Aditamentos requeridos para experiencias prácticas con sistemas de iluminación natural.  
Fuente: fotografía de los autores

El *concentrador* solar, se construyó utilizando una lente de Fresnel, disponible en el mercado (ver Tabla 5.2), con una distancia focal de 13,78 cm. En el foco, se colocó una pieza de acrílico para sujetar el arnés de fibra óptica (ver Figura 5.8).

**Tabla 5.2.** Características de la lente de Fresnel a utilizar.

<b>Tamaño, cm</b>	27,8 x 27,8 x 0,3
<b><math>n_{\text{lente}}</math></b>	1,49
<b><math>n_0</math></b>	1,000277
<b><math>R_1</math>, cm</b>	13,5
<b><math>R_2</math>, cm</b>	-13,5

Fuente: diseño de los autores



**Figura 5.8.** Concentrador solar basado en una lente de Fresnel.  
Fuente: fotografía de los autores

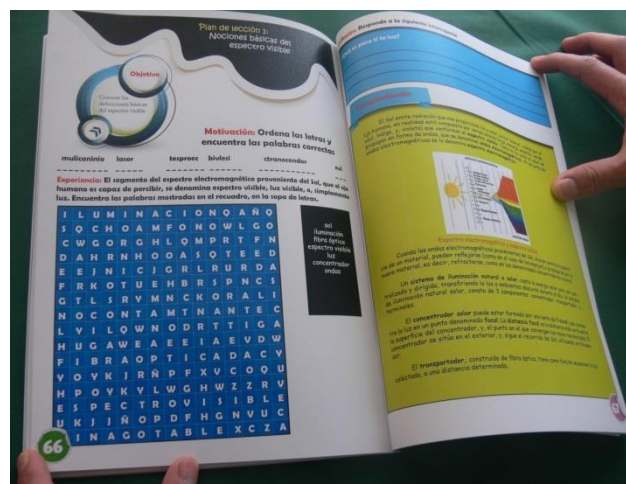
El sistema se *soporta* sobre una estructura construida en aluminio. El soporte proporciona el sostén requerido y la movilidad del sistema (ver Figura 5.9).



**Figura 5.9.** Ensamblado final del sistema de iluminación natural.  
Fuente: fotografía de los autores

### 5.3. Construcción del empaque

Una vez construidos los aditamentos requeridos para el kit de alfabetización, la presentación final junto con la guía didáctica se muestra en las Figuras 5.10, 5.11, y 5.12.



**Figura 5.10.** Guía didáctica.  
Fuente: fotografía de los autores



**Figura 5.11.** Distribución de los aditamentos requeridos para el kit.  
Fuente: fotografía de los autores



**Figura 5.12.** Empaque del kit.  
Fuente: fotografía de los autores



## **CAPÍTULO 6**

### **6. DISEÑO DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS EN EL USO DE ENERGÍA SOLAR.**

## 6.1. Introducción

En este apartado, se describe el diseño de experiencias prácticas en el uso de energía solar: energía fotovoltaica, energía termosolar, e, iluminación natural. Estas experiencias completan la guía didáctica elaborada, por lo que se planteó 5 prácticas: parámetros de operación de los paneles solares, conexión de paneles solares en serie y en paralelo, usos potenciales de energía fotovoltaica, funcionamiento de un sistema termosolar, y, funcionamiento de un sistema de iluminación natural.

## 6.2. Parámetros de operación de los paneles solares

Esta actividad pretende familiarizar a los chicos con los parámetros básicos que describen la operación de los paneles solares: corriente de corto circuito y voltaje de circuito abierto.

El diseño propuesto para esta experiencia, se describe en el recuadro siguiente:

### **Tema de la experiencia:**

*Parámetros de operación de los paneles solares: corriente de corto circuito y voltaje de circuito abierto.*

### **Objetivos de la experiencia:**

- Utilizar correctamente un multímetro.
- Medir corriente de corto circuito en un panel solar.
- Medir voltaje de circuito abierto en un panel solar.
- Calcular la potencia suministrada por el panel solar.

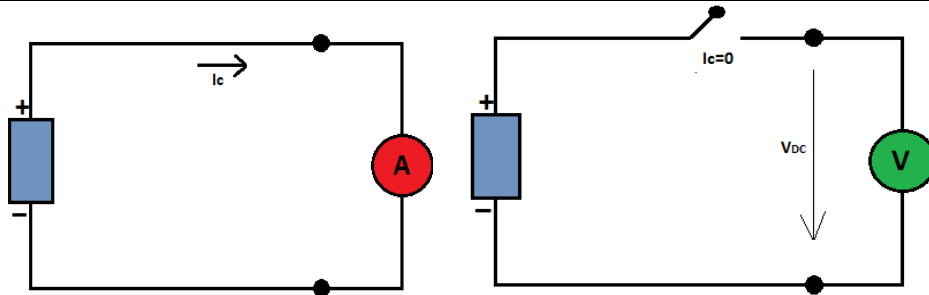
### **Materiales a utilizar:**

- Un panel solar
- Un multímetro
- Una libreta de apuntes

### **Procedimiento de la experiencia:**

*Los paneles solares transforman la energía solar en energía eléctrica. En la guía didáctica se describe este proceso, basado en el efecto fotovoltaico. Te invitamos a revisar esos contenidos.*

*Una vez que hemos estudiado los principios de la energía fotovoltaica, vamos a medir los parámetros básicos que caracterizan la operación de un panel fotovoltaico: la corriente de cortocircuito, y, el voltaje a circuito abierto de un panel solar. Para ello, conectaremos en los terminales del panel solar, un multímetro trabajando primero como amperímetro, y, luego como voltímetro.*



**Figura 6.1.** Esquema de conexión de un amperímetro y de un voltímetro para la medición de corriente y voltaje.  
Fuente: diseño de los autores

Para esta experiencia, te invitamos a seguir el siguiente procedimiento:

1. Identifica en el panel solar, el terminal positivo (rojo) y negativo (negro).



**Figura 6.2.** Panel solar utilizado en la experiencia.  
Fuente: fotografía de los autores

2. El primer parámetro que caracteriza la operación de un panel solar, es la corriente de cortocircuito. Esta es la corriente máxima que podemos obtener del panel. Para medirla, el multímetro debe ser configurado como amperímetro. Un amperímetro tiene una resistencia eléctrica cercana a cero, por lo que provoca un cortocircuito entre los terminales del panel solar.

Colocamos la perilla central del multímetro en modo amperímetro, en corriente continua DC, y, en la escala mayor. Ubicamos la punta positiva del multímetro (el cable marcado con el círculo rojo) en la marca de 10 A, y, la punta negativa (el cable marcado con el círculo negro) en la marca común COM.



**Figura 6.3.** Configuración del multímetro en modo amperímetro.

Fuente: fotografía de los autores

3. Conectamos la punta positiva del multímetro con el terminal positivo del panel solar, y, la punta negativa del multímetro con el terminal negativo del panel. En una libreta de apuntes, registramos el resultado obtenido usando la siguiente tabla:

**Tabla 6.1.** Registro de resultados

Corriente	
Voltaje	
Potencia	

Fuente: diseño de los autores



**Figura 6.4.** Esquema de medición de la corriente de corto circuito de un panel solar.

Fuente: fotografía de los autores

*Es posible que la pantalla del multímetro no muestre ninguna lectura, lo que se relaciona con problemas de escala. Si eso sucede, gira la perilla del multímetro y selecciona una escala más pequeña en el segmento de DC. Si vas a utilizar una escala en mA, no olvides ubicar la punta positiva del multímetro en la marca mA.*

4. El voltaje de circuito abierto de un panel solar, es el voltaje entregado entre los terminales del panel sin conectar carga alguna. Para medir este voltaje, el multímetro debe estar configurado como voltímetro. Para ello, giramos la perilla del multímetro hacia el modo voltímetro, en corriente continua DC, en la escala mayor posible. La punta positiva del multímetro se ubica en la marca V, y, la negativa en la marca COM.



**Figura 6.5.** Configuración del multímetro en modo voltímetro.  
Fuente: fotografía de los autores

5. Conectamos la punta positiva del multímetro con el terminal positivo del panel solar, y la punta negativa con terminal negativo del panel. En la libreta de apuntes, registramos la lectura obtenida.



**Figura 6.6.** Esquema de medición del voltaje de circuito abierto de un panel solar.  
Fuente: fotografía de los autores

La potencia suministrada por el panel solar, se obtiene al multiplicar el valor de la corriente de corto circuito por el voltaje de circuito abierto. Calcula la potencia entregada por el panel, y, registra en la libreta de apuntes el resultado obtenido.

6. Repite la experiencia. Intenta variar la posición del panel a fin de lograr que la radiación solar que incide en él, cambie.

#### **Preguntas finales:**

En función de los resultados obtenidos en la experiencia, responde a las siguientes preguntas:

- ¿La corriente de corto circuito en el panel, varía al recibir mayor o menor radiación solar?
- ¿El voltaje de circuito abierto del panel, varía al recibir mayor o menor radiación solar?

### 6.3. Conexión de paneles solares en serie y paralelo

Esta actividad pretende familiarizar a los chicos con los esquemas típicos de conexión de paneles solares: serie y paralelo.

El diseño propuesto para esta experiencia, se describe en el recuadro siguiente:

**Tema de la experiencia:**

*Conexión de paneles solares: serie y paralelo.*

**Objetivos de la experiencia:**

- *Conectar paneles solares en serie*
- *Conectar paneles solares en paralelo.*
- *Medir la corriente y el voltaje de en las conexiones de paneles solares.*
- *Calcular la potencia de las conexiones en serie y paralelo de paneles solares.*

**Materiales a utilizar:**

- *Tres paneles solares*
- *Un multímetro*
- *Seis cables conectores*
- *Una libreta de apuntes*

**Procedimiento de la experiencia:**

1. *Los paneles solares se conectan en serie, cuando buscamos aumentar el voltaje de circuito abierto, manteniendo la corriente de corto circuito constante.*

*Para conectar dos paneles solares en serie, unimos el terminal positivo del primer panel, con el terminal negativo del siguiente. Se obtiene entonces un arreglo de paneles solares como el mostrado en la imagen.*



**Figura 6.7.** Conexión en serie de 2 paneles solares.

Fuente: fotografía de los autores

2. *Con la ayuda del multímetro, mide la corriente y el voltaje del arreglo. Registra los resultados obtenidos en tu libreta de apuntes. No olvides configurar adecuadamente el multímetro. Calcula la potencia del arreglo y regístrala en la libreta. Utiliza la tabla sugerida.*

**Tabla 6.2.** Registro de resultados

Corriente	
Voltaje	
Potencia	

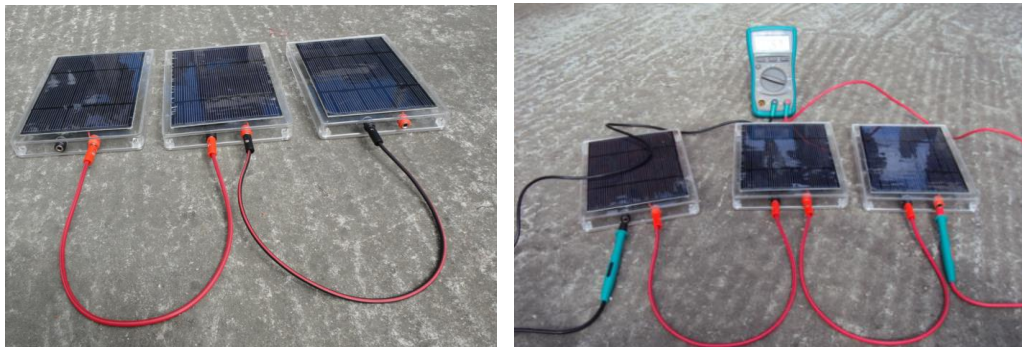
Fuente: diseño de los autores



**Figura 6.8.** Medición de corriente en un arreglo de 2 paneles en serie.

Fuente: fotografía de los autores

3. Ahora, conecta 3 paneles solares en serie. Puedes utilizar las imágenes como referencia. Mide la corriente y el voltaje, y, calcula la potencia. Registra los resultados en la libreta.



**Figura 6.9.** Conexión en serie de 3 paneles solares, y, medición de voltaje en el arreglo  
Fuente: fotografías de los autores

4. Los paneles solares se conectan en paralelo, para aumentar la corriente de corto circuito y mantener el voltaje de circuito abierto constante.

Para conectar 2 paneles solares en paralelo, unimos el terminal positivo del primer panel solar con el terminal positivo del segundo, y, el terminal negativo del primero con el terminal negativo del segundo. Puedes utilizar las imágenes como referencia.



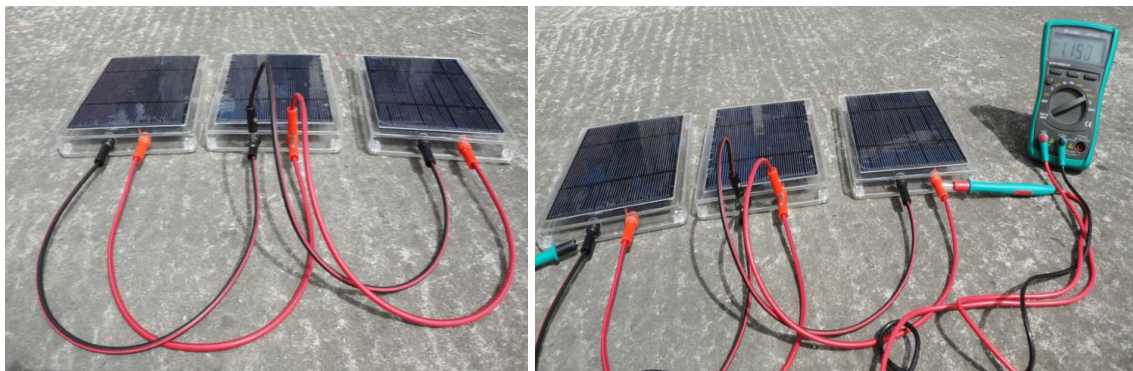
**Figura 6.10.** Conexión en paralelo de 2 paneles solares.  
Fuente: fotografía de los autores

5. Con la ayuda del multímetro, mide la corriente y el voltaje en el arreglo. Calcula la potencia. Registra los resultados en la libreta.



**Figura 6.11.** Medición del voltaje en un arreglo de 2 paneles solares en paralelo.  
Fuente: fotografía de los autores

6. Ahora, prueba conectar 3 paneles en paralelo. Puedes utilizar las imágenes como referencia. Mide la corriente y el voltaje, y, calcula la potencia del arreglo. Registra los resultados obtenidos.



**Figura 6.12.** Medición de corriente en un arreglo de 3 paneles en paralelo.  
Fuente: fotografía de los autores



**Preguntas finales:**

En función de los resultados obtenidos en la experiencia, responde a las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede con la corriente y el voltaje, al conectar los paneles solares en serie?
- ¿Qué sucede con la corriente y el voltaje, al conectar los paneles solares en paralelo?
- ¿En qué arreglo de paneles solares, se obtiene una mayor potencia?

#### 6.4. Usos potenciales de energía fotovoltaica

Esta actividad pretende familiarizar a los chicos con algunos de los usos potenciales de la energía fotovoltaica.

El diseño propuesto para esta experiencia, se describe en el recuadro siguiente:

**Tema de la experiencia:**

Usos potenciales de energía fotovoltaica.

**Objetivos de la experiencia:**

- Utilizar un arreglo de paneles solares en serie para encender LEDs.
- Utilizar un arreglo de paneles solares en paralelo para alimentar un motor DC.

**Materiales a utilizar:**

- Tres paneles solares
- Un protoboard
- Cable UTP
- Tres resistores
- Nueve LEDs
- Un potenciómetro
- Un ventilador
- Un motor DC
- Un multímetro
- Una libreta de apuntes

**Procedimiento de la experiencia:**

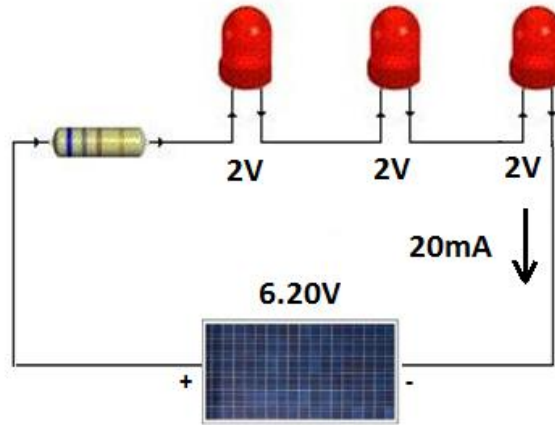
1. La Tabla muestra el voltaje de operación y la corriente requerida por LEDs, ventiladores, y, motores DC.

**Tabla 6.3.** Voltaje de operación y corriente requerida por los dispositivos

<b>Dispositivo</b>	<b>Corriente</b>	<b>Voltaje</b>
LED	20 mA	2 V
Ventilador	230 mA	12 V
Motor DC	800 mA	6 V

Fuente: diseño de los autores

2. Primero, experimentaremos con LEDs. Se conoce como LED a un dispositivo semiconductor, capaz de emitir luz visible cuando a través de él circula corriente eléctrica. En esta práctica, utilizaremos 3 LEDs conectados en serie con un resistor, tal como lo muestra la imagen. Un LED se alimenta en 2 V, y consume 20 mA, por lo que se necesita un solo panel solar para proveer la energía necesaria para que los LEDs funcionen.



**Figura 6.13.** Alimentación de un circuito de 3 LEDs conectados en serie, desde un panel solar.

Fuente: diseño de los autores

La corriente eléctrica fluye a través del LED desde el ánodo positivo (electrodo más largo) al cátodo negativo (electrodo más pequeño). Para regular la corriente requerida para el funcionamiento de los LEDs se utiliza un resistor, cuya resistencia eléctrica se calcula como:

$$\text{Valor del resistor} = \frac{\text{Voltaje del panel solar} - \text{voltaje en los 3 LEDs}}{\text{corriente del LED}}$$

Considerando que cada LED exige un voltaje de 2V, y, que a través de ellos debe circular una corriente de 20 mA, entonces la resistencia requerida se calcula como:

$$R = \frac{6.20 \text{ V} - 6 \text{ V}}{0.02 \text{ A}}$$

$$R = 10 \Omega$$

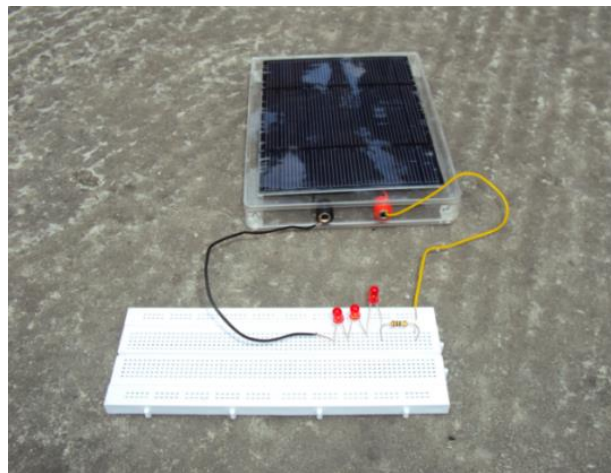
Para seleccionar el resistor adecuado, mediremos su resistencia en el multímetro, configurado en modo óhmio. Giramos la perilla del multímetro hacia el sector de ohmios; y, ubicamos la punta positiva del multímetro en la marca  $\Omega$ , y, la negativa en la marca COM.



**Figura 6.14.** Esquema de medición de la resistencia.  
Fuente: fotografía de los autores

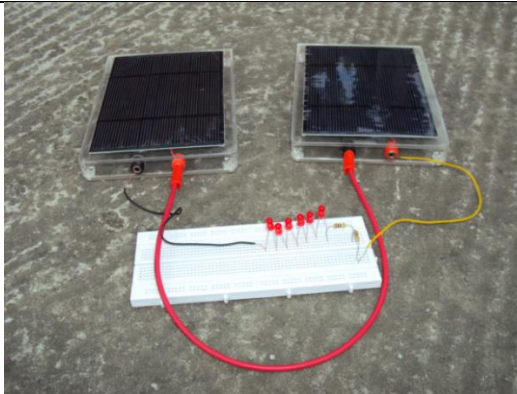
*Para armar el circuito de LEDs utilizaremos un protoboard, que facilita el contacto eléctrico de los electrodos de los dispositivos electrónicos. En un protoboard, los “agujeros” se conectan entre sí en forma horizontal. En forma vertical, no existe ningún tipo de conexión.*

*Prueba armar en el protoboard el circuito indicado. Puedes utilizar la imagen como referencia.*



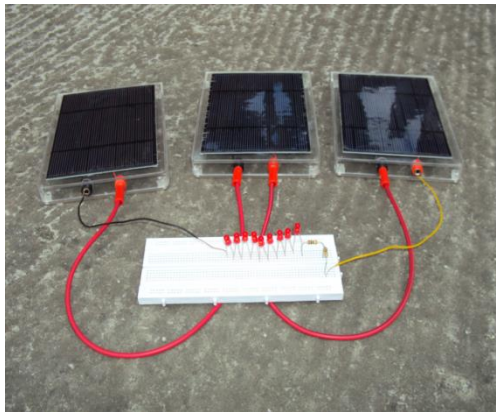
**Figura 6.15.** Circuito de conexión de 3 LEDs en serie, alimentados por un panel solar, implementado en un protoboard.  
Fuente: fotografía de los autores

- 3. El arreglo de paneles solares en serie, permite incrementar el voltaje, por lo que podríamos aumentar el número de LEDs conectados. Prueba conectar 2 y 3 paneles solares en serie, para alimentar 6 y 9 LEDs, respectivamente. Deberás utilizar resistores de  $20 \Omega$  y  $30 \Omega$ , respectivamente. Para armar en el protoboard los circuitos requeridos, puedes utilizar las imágenes como referencia.*



**Figura 6.16.** Circuito de conexión de 6 LEDs en serie, alimentados por dos paneles solares, implementado en un protoboard.

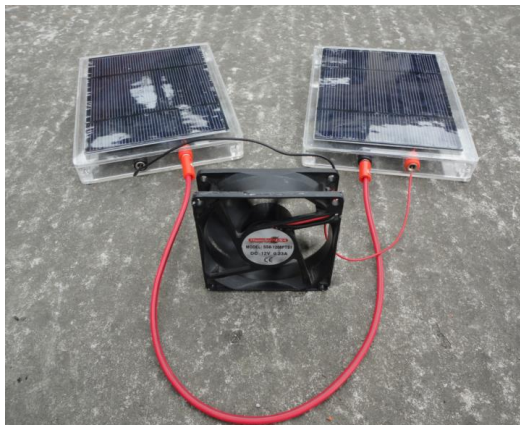
Fuente: fotografía de los autores



**Figura 6.17.** Circuito de conexión de 9 LEDs en serie, alimentados por tres paneles solares, implementado en un protoboard.

Fuente: fotografía de los autores

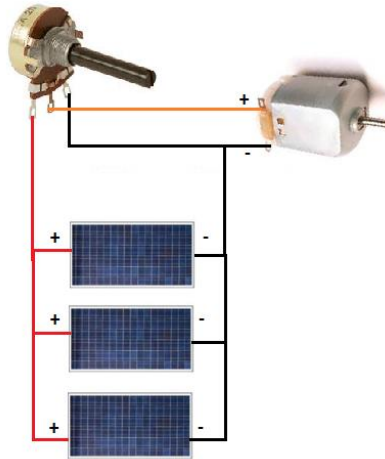
4. *Trabajaremos ahora con un ventilador. El ventilador se alimenta en 12 V, y consume 230 mA, por lo que se requiere un arreglo de 2 paneles solares en serie. Conecta el terminal positivo del ventilador (cable rojo) al terminal positivo del arreglo, y el terminal negativo (cable negro) al terminal negativo del arreglo. Verifica el funcionamiento del ventilador.*



**Figura 6.18.** Circuito de conexión del ventilador a los paneles solares.

Fuente: fotografía de los autores

5. Por último, probaremos el funcionamiento de un motor DC. El motor DC se alimenta en 6 V, y consume 800 mA, por lo que se requiere la conexión de 2 o hasta 3 paneles solares en paralelo para su funcionamiento. La velocidad de rotación de un motor DC puede regularse a través de la variación del voltaje aplicado a él. Para este fin se puede utilizar un potenciómetro. Un potenciómetro no es más que un resistor variable, que cambia la corriente que fluye en un circuito.



**Figura 6.19.** Alimentación del circuito de un motor DC conectado a 3 paneles solares en paralelo, y, regulado por un potenciómetro.  
Fuente: diseño de los autores

*Prueba armar en el protoboard, el circuito mostrado en la imagen. Este circuito permitirá alimentar al motor y regular su velocidad de rotación. Una vez armado el circuito, verifica el funcionamiento del motor DC, y, regula su velocidad con ayuda del potenciómetro.*



**Figura 6.20.** Conexión del motor DC a tres paneles solares, y, regulado por un potenciómetro.  
Fuente: fotografía de los autores

**Preguntas finales:**

En función de los resultados obtenidos en la experiencia, responde a las siguientes preguntas:

- ¿Por qué se necesita conectar paneles solares en serie, para encender varios LEDs?
- ¿Por qué se necesita conectar paneles en serie, para encender el ventilador?, ¿Por qué no conectar los paneles en paralelo?
- ¿Por qué se necesita conectar paneles en paralelo, para alimentar el motor DC?, ¿Por qué no conectar los paneles en serie?
- ¿Cómo se regula la velocidad de rotación de un motor DC?

## 6.5. Funcionamiento de un sistema termosolar

Esta actividad pretende familiarizar a los chicos con el funcionamiento de los sistemas termosolares.

El diseño propuesto para esta experiencia, se describe en el recuadro siguiente:

### **Tema de la experiencia:**

*Funcionamiento de los sistemas termosolares.*

### **Objetivos de la experiencia:**

- *Armar un sistema termosolar.*
- *Utilizar una termocupla.*

### **Materiales a utilizar:**

- *Tres Soportes*
- *Un tanque*
- *Dos llaves de paso*
- *Un desarmador*
- *Un multímetro*
- *Un colector*
- *Manguera*
- *Tuberías*
- *Abrazaderas*

### **Procedimiento de la experiencia:**

1. *Un termosifón utiliza la energía térmica radiada por el Sol, para calentar un líquido, habitualmente agua. Un termosifón está compuesto por el soporte, el colector solar, el acumulador o depósito, y, las tuberías.*

*Vamos a armar un sistema termosolar demostrativo. Para instalar el soporte, en el kit de trabajo encontrarás 3 piezas, únelas como muestra la imagen, y, asegúralas con pernos.*



**Figura 6.21.** Instalación del soporte del sistema termosolar.  
Fuente: fotografías de los autores

2. *Coloca el colector en la parte baja del soporte. Cuida que queda con cierta inclinación, tal como lo muestra la imagen.*



**Figura 6.22.** Ubicación del colector solar en el soporte.

Fuente: fotografía de los autores

3. *Ubica el tanque de almacenamiento en la parte superior del soporte.*



**Figura 6.23.** Ubicación del tanque de almacenamiento en el soporte.

Fuente: fotografía de los autores

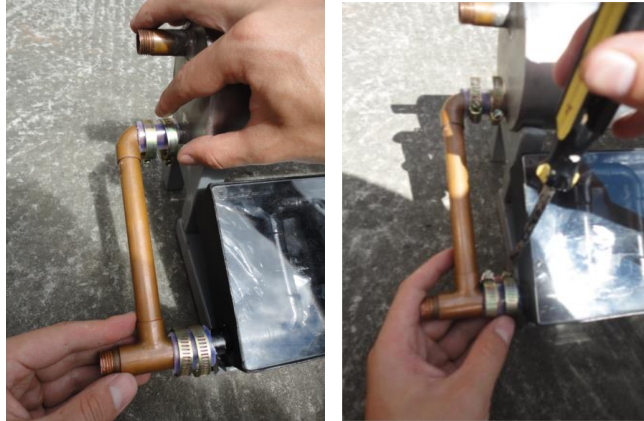
4. *Utiliza parte de la tubería, para conectar el colector con el tanque de almacenamiento, en la parte derecha del sistema. Asegurate de colocar segmentos de manguera en los extremos de la tubería, y ajustarlos con abrazaderas, de manera tal que el agua no se filtre. Utiliza la imagen como referencia.*



**Figura 6.24.** Armado de la tubería entre el colector y el tanque de almacenamiento.

Fuente: fotografías de los autores

5. Conecta el colector con el tanque de almacenamiento, en la parte izquierda del sistema. Utiliza las imágenes como referencia.



**Figura 6.25.** Armado de la tubería entre el colector y el tanque de almacenamiento, a la izquierda del sistema.

Fuente: fotografías de los autores

6. Ahora, conecta la llave y la cortadora al tanque de almacenamiento, tal como se muestra en la imagen. Felicitaciones, has armado un sistema termosolar



**Figura 6.26.** Ubicación de las llaves en el termosifón.

Fuente: fotografías de los autores

7. Lleva el sistema termosolar a un espacio abierto. Conecta el sistema a la red pública de agua potable, a través de la cortadora. Deja el sistema bajo el Sol. Para verificar su funcionalidad, mediremos la temperatura del agua, para lo cual utilizaremos la termocupla del multímetro.

Para medir temperatura, el multímetro debe estar en modo de termocupla, para lo cual giramos la perilla del multímetro hacia el segmento de “medir grados centígrados”. El borne positivo de la termocupla se ubica en la marca °C, y, el negativo en la marca COM.

Utiliza un recipiente (puede ser un vaso plástico) para tomar muestras del agua. Recoge agua de la red pública, y, mide su temperatura. Registra los resultados en la libreta de apuntes, utilizando la tabla sugerida. Espera 30 minutos, y, toma una muestra de agua de la llave a la salida del tanque de almacenamiento, mide la temperatura, y, registra el resultado. Repite la operación, luego de 1 hora. No olvides que el agua en el tanque de almacenamiento está caliente, por lo que debes tomar las precauciones del caso.



**Tabla 6.4.** Registro de medición de temperatura

Temperatura del agua antes de ingresar al termosifón:	
Temperatura del agua después de 30 minutos:	
Temperatura del agua después de 1 hora:	

Fuente: diseño de los autores



**Figura 6.27.** Medición de la temperatura de agua.

Fuente: fotografía de los autores

**Preguntas finales:**

En función de los resultados obtenidos en la experiencia, responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo influye el tiempo de exposición al Sol en la temperatura final del agua en el tanque de almacenamiento?

## 6.6. Funcionamiento de un sistema de iluminación solar

Esta actividad pretende familiarizar a los chicos con los principios de funcionamiento de un sistema de iluminación natural.

El diseño propuesto para esta experiencia, se describe en el recuadro siguiente:

**Tema de la experiencia:**

*Funcionamiento de un sistema de iluminación natural.*

**Objetivos de la experiencia:**

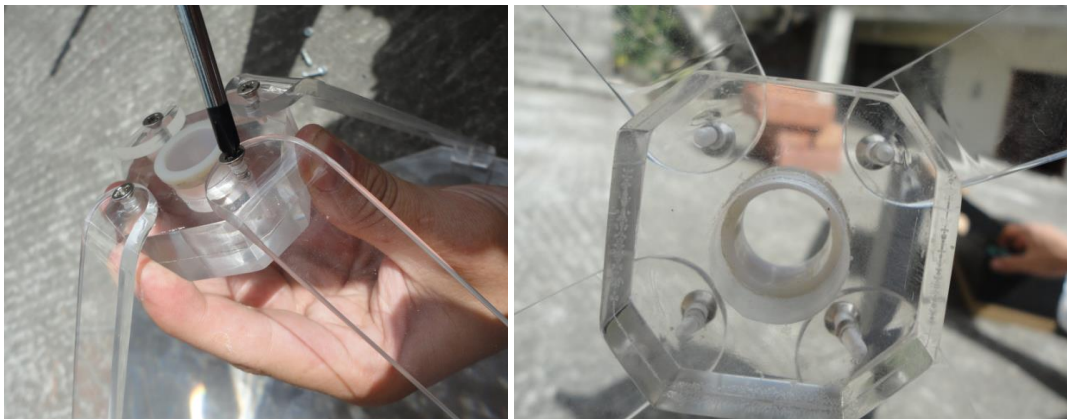
- *Identificar los elementos de un sistema de iluminación natural*
- *Armar un sistema de iluminación natural.*

**Materiales utilizar:**

- Una lente de Fresnel
- Cuatro soportes para conector de fibra óptica
- Un conector de fibra óptica
- Fibra óptica
- Un destornillador
- Soporte metálico

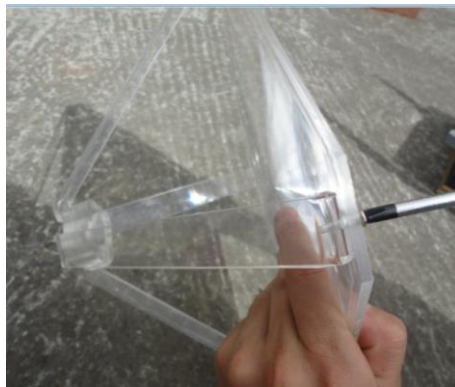
**Procedimiento de la experiencia:**

1. Utilizando un destornillador, asegura el conector de fibra óptica a los soportes de acrílico. Utiliza las imágenes como referencia.



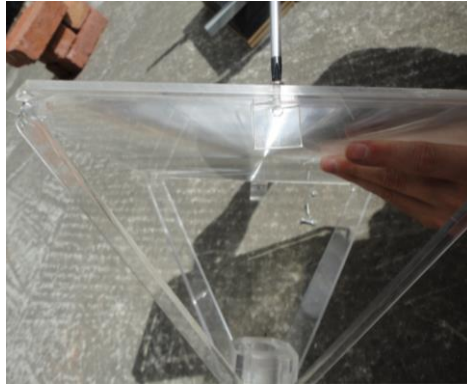
**Figura 6.28.** Armado del conector de fibra óptica.  
Fuente: fotografía de los autores

2. Asegura la lente de Fresnel a los soportes acrílicos. Utiliza las imágenes como referencia.



**Figura 6.29.** Armado de la lente de Fresnel.  
Fuente: fotografía de los autores

3. *En el borde al lente de Fresnel, coloca las piezas acrílicas que servirán para anclar la estructura de acrílico al soporte metálico. Utiliza las imágenes como referencia.*



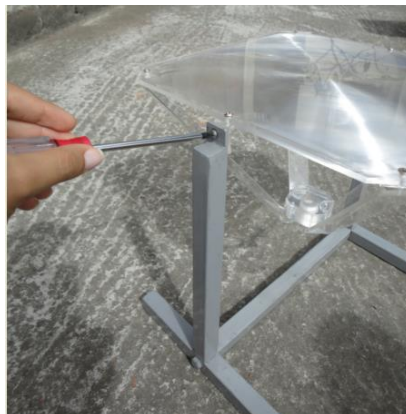
**Figura 6.30.** Ubicación de anclajes en el borde de la lente de Fresnel.  
Fuente: fotografía de los autores

4. *Arma el soporte metálico que sujetará al concentrador solar. Asegura con pernos las piezas incluidas en el kit, tal como lo muestra las imágenes.*



**Figura 6.31.** Armado del soporte metálico.  
Fuente: fotografía de los autores

5. *Para terminar, ancla la estructura de acrílico al soporte metálico, tal como lo muestra las imágenes.*



**Figura 6.32.** Anclaje del sistema.  
Fuente: fotografía de los autores

6. Une la fibra óptica al conector correspondiente. Toma una caja de cartón que no utilices. Perfora dos orificios; por uno de ellos introduce la fibra óptica, y, por el otro observa que ocurre.



**Figura 6.33.** Funcionamiento del sistema de iluminación natural.  
Fuente: fotografía de los autores

**Preguntas finales:**

En función de los resultados obtenidos en la experiencia, responde a las siguientes preguntas:

- ¿Es importante mover el concentrado solar hacia el Sol, para una mejor iluminación?
- ¿Cuál fue el mayor inconveniente que se presentó al realizar la experiencia?

## CONCLUSIONES

- La formación no reglada en aprovechamiento de la energía solar, dirigida a chicos, tiene como objetivo lograr que los chicos crezcan con un nuevo paradigma: la energía de fuentes renovables es una alternativa viable, sostenible, y, que no compromete al medio ambiente.
- El análisis de los recursos disponibles en el mercado para formación no reglada en el aprovechamiento de energía solar, mostró que estas incluyen cuatro componentes mínimos: energías renovables, energía solar, energía fotovoltaica, y energía termosolar.
- Como aporte de este proyecto al estado de arte, se propone agregar a los componentes mínimos, un módulo de iluminación natural explicando el funcionamiento de un concentrador solar y sus elementos auxiliares, y, un módulo de radiación UV.
- La propuesta curricular y tecnológica a diseñar, orientada a la alfabetización en el aprovechamiento de la energía solar, dirigida a chicos del nivel K12 – K14, constará de 6 bloques experimentales: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica, energía termosolar, iluminación natural, y, radiación UV; con elementos, equipos, y, material de apoyo (guía didáctica), en cada uno de los módulos a diseñar.
- Dentro del marco de la propuesta de impulsar una propuesta curricular para alfabetización en el aprovechamiento de la energía solar, dirigida al segmento K12 – K14, y, como resultado de la revisión de las diversas experiencias exitosas en este campo, se decidió diseñar e implementar un kit, que comprende la guía didáctica, al que se le denominará Inti kit.
- La revisión bibliográfica mostró que una guía didáctica como la requerida, debería enfocarse al menos en la descripción de las energías renovables, en la caracterización de la energía solar, en la descripción de la iluminación natural, y, en la explicación de las aplicaciones de la radiación ultravioleta del Sol.
- Para el diseño de la guía didáctica propuesta, se tomará en consideración dos ámbitos: El diseño de formato visual que describe la presentación de la guía, es decir los colores, ilustraciones y demás recursos que permitan captar la atención del chico, y, La planificación de contenidos, que comprende la metodología (ciclo del aprendizaje), los recursos (lluvia de ideas, lecturas, collage, sopa de letras, etc), el contenido bibliográfico, y, la evaluación (a través de actividades experimentales del kit).
- La planificación de contenidos se la realiza a través de la planificación por capítulos (contenidos generales y objetivos generales y específicos), y, planes de lección (contenidos, estrategias metodológicas y recursos a usar).
- Como resultado de este proyecto, se entregará el kit de aprendizaje, que contendrá una guía didáctica e implementos adicionales, para experimentar en 6 temáticas: energías

renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica, energía termosolar, iluminación natural, y, radiación UV.

- Dentro del módulo termosolar se construirá un termosifón, en donde el área requerida en el colector, se tomó de un colector de mercado tipo VITOSOL 100F modelo SV1A/SV1B, y, aproximar sus medidas requeridas para el kit, aplicando una relación de escala 1:9.
- En el colector solar se empleará una tubería con arreglo sinuoso o serpentín, dado que a su respectivo análisis, esta permite obtener una mayor temperatura en función de un mayor recorrido.
- Para el modulo fotovoltaico, de acuerdo a las cargas que se van a ocupar (motor DC y LEDs), se tomó en consideración que las placas fotovoltaicas tenga como características 5V y 450 mA.
- En el módulo de iluminación natural, para el concentrador solar se ocupará una lente de Fresnel ya que ésta cumple la función de focalizador de luz, que permitirá concentrar la misma en un punto focal, para posteriormente llevarla por media de la fibra óptica.
- Se propuso el diseño e implementación de un kit para alfabetización energética, conformado por 6 módulos, en 3 de ellos, se utiliza exclusivamente los recursos de la guía didáctica. En los 3 restantes (energía solar fotovoltaica, energía termosolar, y, sistemas de iluminación), a más de los recursos incluidos en la guía didáctica, se requiere la utilización de aditamentos complementarios.
- El material de la guía didáctica, relacionado a energía fotovoltaica, se reforzó con 3 experiencias prácticas en las que se emplean paneles solares, un motor DC, un almacén de LEDs, un ventilador DC, un protoboard, y, un multímetro.
- En torno a energía termosolar, se incluyó una experiencia práctica en la que se utiliza un termosifón conformado por 4 bloques: colector solar, tanque de almacenamiento, tuberías, y, soporte.
- Para sistemas de iluminación natural, se diseñó una experiencia práctica que integra un concentrador solar con lente de Fresnel y un arnés de fibra óptica.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Fourier Education, TERRA NOVA – Wind + Solar Energy –Premium [Online]: Disponible en: <[http://fourieredu.com/fwp/wp-content/uploads/support-downloads/terranozasupport/instructions\\_solar-wind\\_premiumkit.pdf](http://fourieredu.com/fwp/wp-content/uploads/support-downloads/terranozasupport/instructions_solar-wind_premiumkit.pdf)> [Consulta el 22 de abril del 2013].
- [2]. Elenco Electronics Inc, Solar Energy Kit SK-40 [Online]: Disponible en: <<http://www.testequipmentdepot.com/elenco/pdfs/sk40.pdf>> [Consultado el 22 de abril del 2013].
- [3]. Thames & Kosmos, Power House [Online]: Disponible en: <<http://www.thamesandkosmos.com/products/ph/ph2.html>> [Consultado el 22 de abril del 2013].
- [4]. Equipo completo de prácticas de energías renovables [Online]: Disponible en: <[http://www.tiendaelektron.com/catalog/product\\_info.php?cPath=30&products\\_id=566](http://www.tiendaelektron.com/catalog/product_info.php?cPath=30&products_id=566)> [Consultado el 21 de abril del 2013].
- [5]. Entrenador energía solar solartec-30 [Online]: Disponible en: <[http://www.tiendaelektron.com/catalog/product\\_info.php?cPath=30&products\\_id=538](http://www.tiendaelektron.com/catalog/product_info.php?cPath=30&products_id=538)> [Consultado el 23 de abril del 2013].
- [6]. Educación para una energía limpia. Horizon, Kit educativo de energías renovables [Online]: Disponible en: <<http://www.renewableenergy.lifeskillsmentors.com/Espanol.pdf>> [Consultado el 25 de abril del 2013].
- [7]. Elektron, Entrenador Solar Solartec-70 [Online]: Disponible en: <<http://www.tiendaelektron.com/pdf/405860info.pdf>> [Consultado el 25 de abril del 2013].
- [8]. Elektron, Entrenador de Energía Solar Térmica [Online]: Disponible en: <<http://www.tiendaelektron.com/pdf/405822info.pdf>> [Consultado el 25 de abril del 2013].
- [9]. Lab-Volt, Sistema de entrenamiento en energía térmica solar modelo 46121 [Online]: Disponible en: <[http://www.labvolt.com/downloads/datasheet/dse46121\\_LoRes.pdf](http://www.labvolt.com/downloads/datasheet/dse46121_LoRes.pdf)> [Consultado el 21 de abril del 2013].
- [10]. Lab-Volt, Solar Power Technology Models 8805, 8806, 8989, [Online]: Disponible en: <<http://www.labvolt.com/downloads/datasheet/dsa8805.pdf>> [Consultado el 21 de abril del 2013].
- [11]. Lab-Volt, Renewable Energy Solar Power [Online]: Disponible en: <[http://www.labvolt.com/downloads/download/86352\\_F0.pdf](http://www.labvolt.com/downloads/download/86352_F0.pdf)> [Consultado el 21 de abril del 2013].

- [12]. Christiani, Solar Power Laboratory (Off-grid systems) [Online]: Disponible en: <[http://www.christiani-tvet.com/product\\_info.php/products\\_id/7655](http://www.christiani-tvet.com/product_info.php/products_id/7655)> [Consultado el 24 de abril del 2013].
- [13]. EERE, Exploring Solar Energy Teacher and Student Guides (7 Activities) [Online]: Disponible en: <<http://www1.eere.energy.gov/education/lessonplans/plans.aspx?id=268>> [Consultado el 24 de abril del 2013].
- [14]. Texas State Energy Conservation Office, Renewable Energy Lesson Plans [Online]: Disponible en: <<http://www.infinitepower.org/lessonplans.htm>> [Consultado el 24 de abril del 2013].
- [15]. Liecestershire Conuty Council, Renewable Energy Kits - Teaching Aids [Online]: Disponible en: <[http://www.leics.gov.uk/index/leisure\\_tourism/museums/open\\_museum/resource\\_box/energykits/energykits\\_teaching.htm](http://www.leics.gov.uk/index/leisure_tourism/museums/open_museum/resource_box/energykits/energykits_teaching.htm)> [Consultado el 27 de abril del 2013].
- [16]. NREL, Photovoltaics (PV) in the Classroom Workshop [Online]: Disponible en: <[http://www.nrel.gov/education/educational\\_resources.html](http://www.nrel.gov/education/educational_resources.html)> [Consultado el 27 de abril del 2013].
- [17]. CUEVA D, ORDÓÑEZ M, PALACIOS C, Taller de Planificación, UNL. [Online]: Disponible en: <<http://www.unl.edu.ec/educativa/wp-content/uploads/2010/06/Taller-PLANIFICACION%CC%81N-MICROCURRICULAR.pdf>> [Consultado el 9 de mayo del 2013].
- [18]. TORRES, L. Derecho a una educación de calidad. Orientaciones metodológicas didácticas. 2007. [Consultado el 13 de mayo del 2013].
- [19]. SANTILLANA, Desafíos Ciencias Naturales 10 Guía del Docente, 2010.
- [20]. ARAUJO B, Planificación y ciclo de aprendizaje, SANTILLANA, 2009.
- [21]. PÁEZ J, Guía de aplicación curricular, Grupo NORMA, Enero 2011.
- [22]. ROMERO J, JARAMILLO J. Diseño de un taller de alfabetización energética orientado al nivel K6 – K12. [Consultado el 1 de julio del 2013].
- [23]. La influencia de los colores en los chicos. [Online]: Disponible en: <<http://www.cosasdelainfancia.com/biblioteca-compor12.htm>> [Consultado el 4 de octubre del 2013].
- [24]. Ministerio de Educación del Ecuador, Actualización y fortalecimiento curricular de Educación General Básica, 2010. [Consulta noviembre del 2013].
- [25]. Antonio Quizhpe, La lección visión Constructivista, 2010. [Consulta noviembre del 2013].



- [26]. Ministerio de Educación del Ecuador, Guía para la planificación microcurricular, 2013. [Consulta noviembre del 2013].
- [27]. Trabalenguas [Online]: Disponible en: <<http://trabalenguas.celeberrima.com/trabalenguas-de-objetos-saca-el-saco-de-sal-al-sol/>> [Consulta septiembre del 2013].
- [28]. Pequenet, Trabalenguas, [Online]: Disponible en: <<http://www.pequenet.com/trabalen/traba2.asp?whichpage=2&tipo=V>> [Consulta septiembre del 2013].
- [29]. Paco Ríos, “El chico del no y el agua” [Online]: Disponible en: <<http://www.guiadelnino.com/ocio/cuentos-infantiles/6-relatos-para-salvar-el-planeta>> [Consulta septiembre del 2013].
- [30]. Nerea Cansino, La Energía [Online]: Disponible en: <[https://docs.google.com/presentation/d/1vOwNJjVvTWd1r1T8QwgBhERPbd6ZpwZ98DErRT2RnKw/embed?hl=es&size=l#slide=id.gde412d1b\\_05](https://docs.google.com/presentation/d/1vOwNJjVvTWd1r1T8QwgBhERPbd6ZpwZ98DErRT2RnKw/embed?hl=es&size=l#slide=id.gde412d1b_05)> [Consulta septiembre del 2013].
- [31]. Foro de la Industria Nuclear Española, Energía y Fuentes de Energía [Online]: Disponible en: <<http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-1>> [Consulta septiembre del 2013].
- [32]. EcuRed, Energías Renovables [Online]: Disponible en: <[http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa\\_renovable](http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa_renovable)> [Consulta septiembre del 2013].
- [33]. No se reconoce autor, Emisiones Contaminantes [Online]: Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/15932239/Emisiones-contaminantes>> [Consulta septiembre del 2013].
- [34]. Medina Cristóbal, Seccia Pablo, Fuentes de generación alternativas [Online]: Disponible en: <<http://web.ing.puc.cl/power/alumno03/alternativa.htm>> [Consulta septiembre del 2013].
- [35]. Eroski, Energías renovables y limpias [Online]: Disponible en: <<http://cienciasnaturales.es/RENOVABLES.swf>> [Consulta septiembre del 2013].
- [36]. EcuRed, Energía geotérmica. [Online]: Disponible en: <[http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa\\_Geot%C3%A9rmica](http://www.ecured.cu/index.php/Energ%C3%ADa_Geot%C3%A9rmica)> [Consulta septiembre del 2013].
- [37]. La importancia de la Energía Solar [Online]: Disponible en: <<http://www.esrenovable.com/2011/12/la-importancia-de-la-energia-solar.html>> [Consulta septiembre del 2013].

- [38]. Bautista Arnoldo, Energía Undimotriz [Online]: Disponible en: <[http://academiapanamericanaingenieria.org/Solo\\_Ingenieros/Solo\\_para\\_Ingenieros/Solo\\_para\\_ingenieros%28125%29-Energia\\_undimotrizv1.pdf](http://academiapanamericanaingenieria.org/Solo_Ingenieros/Solo_para_Ingenieros/Solo_para_ingenieros%28125%29-Energia_undimotrizv1.pdf)> [Consulta septiembre del 2013].
- [39]. Aula Geek, Energías Renovables: ventajas y desventajas [Online]: Disponible en: <<http://aulageek.wordpress.com/2009/09/13/energias-renovables-ventajas-y-desventajas/>> [Consulta septiembre del 2013].
- [40]. Energías Renovables: ventajas y desventajas [Online]: Disponible en: <<http://aulageek.wordpress.com/2009/09/13/energias-renovables-ventajas-y-desventajas/>> [Consulta septiembre del 2013].
- [41]. Producción de Energía ventajas y desventajas [Online]: Disponible en: <<http://www.slideshare.net/djiaann/ventajas-y-desventajas-de-los-tipos-de-energia>> [Consulta septiembre del 2013].
- [42]. Departamento Tecnología, IES Campos y Torozos, Ventajas e inconvenientes de las energías renovables [Online]: Disponible en: <[http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/1\\_eso\\_recursos/unidad11\\_energia\\_y\\_transformacion/teoria/teoria2.htm](http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/1_eso_recursos/unidad11_energia_y_transformacion/teoria/teoria2.htm)> [Consulta septiembre del 2013].
- [43]. Energías renovables ventajas y desventajas [Online]: Disponible en: <<http://erenovable.com/energias-renovables-ventajas-y-desventajas>> [Consulta septiembre del 2013].
- [44]. Auroras Boreales [Online]: Disponible en: <<http://www.astropractica.org/tact/abor/Abor.htm>> [Consulta noviembre del 2013].
- [45]. EarthSky, ¿Cómo se produce la aurora boreal?, [Online]: Disponible en: <<http://espanol.earthsky.org/la-tierra/como-se-produce-la-aurora-boreal>> [Consulta septiembre del 2013].
- [46]. Censolar, la energía solar [Online]: Disponible en: <<http://www.censolar.es/menu2.htm>> [Consulta septiembre del 2013].
- [47]. EVE, Ente Vasco de la energía, La energía solar [Online]: Disponible en: <<http://www.eve.es/CMSPages/GetFile.aspx?guid=62739949-bde7-4cdc-bcb4-04145ba9b511>> [Consulta septiembre del 2013].
- [48]. Tecnología industrial, primero de bachillerato, Energía solar [Online]: Disponible en: <[http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/10/07\\_fuentes-de-energ3ada\\_energ3ada-solar.pdf](http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/10/07_fuentes-de-energ3ada_energ3ada-solar.pdf)> [Consulta septiembre del 2013].
- [49]. EnergíaSolar.mx, Ventajas y desventajas de la energía solar [Online]: Disponible en: <<http://www.energiasolar.mx/ventajas/ventajas-y-desventajas-energia-solar.html>> [Consulta septiembre del 2013].
- [50]. Javier Centeno, Analogías para comprender la electricidad [Online]: Disponible en: <<http://www.iit.upcomillas.es/docs/IIT-07-042A.pdf>> [Consulta diciembre del 2013].

- [51]. Organización de Servicio SEAT S.A, Conceptos básicos de electricidad C.B. N°1, Barcelona [Online]: Disponible en: <<http://www.slideshare.net/federicoblanco2009/electronica-conceptos-basicos-de-electricidad-1-1786336>> [Consulta septiembre del 2013].
- [52]. Jorge Luis Jaramillo, [Online]: Disponible en: <<http://www.slideshare.net/quasar.0360.7912/introduccion-a-la-teoria-de-circuitos-p1>> [Consulta diciembre del 2013].
- [53]. Joaquín Recio Miñarro, Químicaweb, El circuito eléctrico [Online]: Disponible en: <[http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_fyq3/tema8/tema8.html](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema8/tema8.html)> [Consulta noviembre del 2013].
- [54]. CLEANERGYsolar, COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO: Introducción. [Online]: Disponible en: <<http://www.cleanergysolar.com/2011/08/16/tutorial-solar-fotovoltaica-componentes-del-sistema-fotovoltaico-introduccion/>> [Consulta septiembre del 2013].
- [55]. Eroski, Infografía: Energía solar [Online]: Disponible en: <[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2005/04/28/141558.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/04/28/141558.php)> [Consulta septiembre del 2013].
- [56]. EcuRed, Celda fotoeléctrica. [Online]: Disponible en: <[http://www.ecured.cu/index.php/Celda\\_fotoel%C3%A9ctrica](http://www.ecured.cu/index.php/Celda_fotoel%C3%A9ctrica)> [Consulta septiembre del 2013].
- [57]. Endesa, ¿Cómo funciona la energía solar fotovoltaica? [Online]: Disponible en: <<http://twenergy.com/energia-solar/como-funciona-la-energia-solar-fotovoltaica-339>> [Consulta septiembre del 2013].
- [58]. Atersa, Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica [Online]: Disponible en: <<http://www.atersa.com/quienes.asp?param=21>> [Consulta septiembre del 2013].
- [59]. ECOSOLAR COLOMBIA, Energía Solar [Online]: Disponible en: <<http://www.ecosolarcolombia.com/#!energia/c1vw1>> [Consulta septiembre del 2013].
- [60]. CNEA, Energía solar [Online]: Disponible en: <[http://www.cnea.gov.ar/investigacion\\_desarrollo/energia\\_solar.php](http://www.cnea.gov.ar/investigacion_desarrollo/energia_solar.php)> [Consulta septiembre del 2013].
- [61]. Ventajas y desventajas de la energía solar [Online]: Disponible en: <<http://www.energiasolar.mx/ventajas/ventajas-y-desventajas-energia-solar.html>> [Consulta septiembre del 2013].
- [62]. Ventajas y Desventajas del Uso de la Energía Solar Fotovoltaica [Online]: Disponible en: <<http://www.energiasrenovables hoy.net/2011/10/ventajas-y-desventajas-del-uso-de-la.html>> [Consulta septiembre del 2013].

- [63]. REVE, Cinco beneficios de la energía solar fotovoltaica [Online]: Disponible en: <<http://www.evwind.com/2012/10/11/cinco-beneficios-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>> [Consulta septiembre del 2013].
- [64]. Energiadoblezero, Tipos de colectores solares y componentes básicos [Online]: Disponible en: <<http://energiadoblezero.com/energias-renovables/energia-termosolar/tipos-de-colectores-solares-y-componentes-basicos>> [Consulta septiembre del 2013].
- [65]. Solarízate Ficha (9), el Sol como fuente de calor [Online]: Disponible en: <<http://www.solarizate.org/pdf/castellano/fichasalumnos/FICHA9.pdf>> [Consulta septiembre del 2013].
- [66]. AFUSER, ¿Qué es la energía solar térmica?, [Online]: Disponible en: <<http://www.afuser.org/energias-renovables/que-es-la-energia-solar-termica-termosolar/>> [Consulta septiembre del 2013].
- [67]. Domusa, instalación y principio de funcionamiento de termosifón [Online]: Disponible en: <[http://www.domusa.es/files/productos/manuales\\_de\\_uso/Ds-CompactInox.pdf](http://www.domusa.es/files/productos/manuales_de_uso/Ds-CompactInox.pdf)> [Consulta septiembre del 2013].
- [68]. Ventajas y desventajas de la energía térmica [Online]: Disponible en: <<http://etermicacsj.blogspot.com/p/normal-0-21-false-false-false-es-ar-x.html>> [Consulta septiembre del 2013].
- [69]. Gabriela Freire, Segunda feria de experiencias de aula del plan CEIBAL [Online]: Disponible en: <[http://www.ceibal.edu.uy/Userfiles/P0001/File/SEGUNDA\\_FERIA\\_DE\\_EXPERIENCIAS\\_DE\\_AULA\\_DEL\\_PLAN\\_CEIBAL2.pdf](http://www.ceibal.edu.uy/Userfiles/P0001/File/SEGUNDA_FERIA_DE_EXPERIENCIAS_DE_AULA_DEL_PLAN_CEIBAL2.pdf)>
- [70]. FENERCOM, ¿Cómo se puede concentrar la luz del Sol? [Online]: Disponible en: <<http://www.fenercom.com/pdf/aula/recorrido-de-la-energia-experiencia-06.pdf>> [Consulta septiembre del 2013].
- [71]. Yoshito Hernández, Diseño de un concentrador solar de geometría paraboidal portátil [Online]: Disponible en: <[http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/11610.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/11610.pdf)> [Consulta septiembre del 2013].
- [72]. Espacio Solar, Fibra óptica [Online]: Disponible en: <[http://www.espaciosolar.com/fibra\\_optica.htm](http://www.espaciosolar.com/fibra_optica.htm)> [Consulta septiembre del 2013].
- [73]. Cristian León, Juan Veintimilla, Jorge Luis Jaramillo, Diseño de un concentrador solar experimental para sistemas de iluminación natural con fibra óptica, basado en la utilización de lentes de Fresnel [Online]: Disponible en: <[http://www.scribd.com/fullscreen/186943687?access\\_key=key-qzqde4kklgov82h0p5r&allow\\_share=true&view\\_mode=scroll](http://www.scribd.com/fullscreen/186943687?access_key=key-qzqde4kklgov82h0p5r&allow_share=true&view_mode=scroll)> [Consulta diciembre del 2013].

- [74]. Espacio Solar, Fibra óptica [Online]: Disponible en: <[http://www.espaciosolar.com/fibra\\_optica.htm](http://www.espaciosolar.com/fibra_optica.htm)> [Consulta septiembre del 2013].
- [75]. Capítulo 11, Luz Natural e Iluminación de Interiores Andrea Pattini [Online]: Disponible en: <<http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap11.pdf>> [Consulta septiembre del 2013].
- [76]. Gerardo Ramírez, Horno Solar Victorio [Online]: Disponible en: <<http://www.acmor.org.mx/cuam/2008/cuam-acapl-hornos-solar.pdf>> [Consulta septiembre del 2013].
- [77]. Descripción de algunos sistemas para captar la luz natural e iluminar sitios en sombra [Online]: Disponible en: <<http://www.construccion-y-reformas.vilssa.com/articulos/sistemas-para-captar-la-luz-natural>> [Consulta septiembre del 2013].
- [78]. Solución a las adivinanzas infantiles [Online]: Disponible en: <[http://es.wikisource.org/wiki/Soluci%C3%B3n\\_a\\_las\\_adivinanzas\\_infantiles#Adivinas\\_infantiles:\\_1](http://es.wikisource.org/wiki/Soluci%C3%B3n_a_las_adivinanzas_infantiles#Adivinas_infantiles:_1)> [Consulta septiembre del 2013].
- [79]. Fotonostra, longitud de onda [Online]: Disponible en: <<http://www.fotonostra.com/glosario/longitudonda.htm>> > [Consulta septiembre del 2013].
- [80]. EPA, el Sol, la radiación ultravioleta y usted, Guía Sunwise para la exposición al Sol [Online]: Disponible en: <[http://www.epa.gov/sunwise/doc/sunuvu\\_spanish.pdf](http://www.epa.gov/sunwise/doc/sunuvu_spanish.pdf)> [Consulta septiembre del 2013].
- [81]. La radiación, tipos de radiaciones ultravioletas [Online]: Disponible en: <[http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenos\\_aires/radiacion/tipos.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenos_aires/radiacion/tipos.htm)> [Consulta septiembre del 2013].
- [82]. Riesgos de la radiación ultravioleta en la salud de las personas [Online]: Disponible en: <[http://www.asrm.cl/Archivos/Servicios/Cancer\\_a\\_la\\_piel.pdf](http://www.asrm.cl/Archivos/Servicios/Cancer_a_la_piel.pdf)> [Consulta septiembre del 2013].
- [83]. Peligros de la radiación solar [Online]: Disponible en: <[http://www.lapiel.com/frontend/lapiel/noticia.php?id\\_noticia=558&PHPSESSID=9cd2bd13db6e716857e2d9d2e](http://www.lapiel.com/frontend/lapiel/noticia.php?id_noticia=558&PHPSESSID=9cd2bd13db6e716857e2d9d2e)> [Consulta septiembre del 2013].
- [84]. Índice solar mundial [Online]: Disponible en: <<http://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>> [Consulta septiembre del 2013].
- [85]. Tecnología ultravioleta, Aplicaciones [Online]: Disponible en: <<http://uvcpblog.wordpress.com/2008/12/02/aplicaciones-de-la-radiacion-ultravioleta/>> [Consulta septiembre del 2013].

- [86]. Edgar Ortiz, María Palacios, Jorge Luis Jaramillo, estado del arte en la potabilización de agua en escenarios de emergencia [Online]: Disponible en: <<http://www.utpl.edu.ec/blogjorgeluisjaramillo/?paged=6>> [Consulta diciembre del 2013].
- [87]. Tecnología ultravioleta, ventajas y desventajas de la radiación UV [Online]: Disponible en: <<http://uvcpblog.wordpress.com/2009/01/10/ventajasdesventajas-de-la-desinfeccion-uv/>> [Consulta septiembre del 2013].
- [88]. Twenergy, Energía Solar [Online]: Disponible en: <<http://twenergy.com/energia-solar/como-funciona-la-energia-solar-fotovoltaica-339>> [Consultado el 19 de agosto del 2013].
- [89]. PAZ, J. Colectores solares planos construcción vol.2 [Online]: Disponible en: <<http://www2.uacj.mx/publicaciones/colectores2.pdf>> [Consultado el 29 de agosto del 2013].
- [90]. VIESSMAN. VITOSOL 100 Modelo SV1A/SV1B y SH1A/SH1B [Online]: Disponible en: <[http://www.viessmann.es/content/dam/internet-es/pdf\\_documents/brochures/vitosol/Datos%20T%C3%A9cnicos%20VITOSOL100-F.pdf](http://www.viessmann.es/content/dam/internet-es/pdf_documents/brochures/vitosol/Datos%20T%C3%A9cnicos%20VITOSOL100-F.pdf)> [Consultado el 29 de agosto del 2013].
- [91]. CALDAS, M. Simulación dinámica de un sistema de calentamiento solar térmico [Online]: Disponible en: <[http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/Caldas-Comportamiento\\_dinamico\\_SCS-v0.pdf](http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/Caldas-Comportamiento_dinamico_SCS-v0.pdf)> [Consultado el 19 de agosto del 2013].
- [92]. BÉRRIZ, L. ÁLVAREZ, M. Influencia del ángulo de inclinación de una superficie captadora solar sobre la radiación incidente [Online]: Disponible en: <<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar08/HTML/articulo03.htm>> [Consultado el 23 de agosto del 2013].
- [93]. Índice de Refracción del acrílico [Online]: Disponible en: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/geoopt/refr.html#c2>> [Consultado el 1 de septiembre del 2013].
- [94]. Fórmula de Lens-Maker [Online]: Disponible en: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/geoopt/lenmak.html>> [Consultado el 1 de septiembre del 2013].

***ANEXO 1***

**PAPER: Diseño de un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, orientado al segmento k12 –k14.**

# Diseño de un kit para alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, orientado al segmento K12 –K14

Freddy Chica <sup>#1</sup>, María Navas <sup>#1</sup>, Jorge Luis Jaramillo <sup>#2</sup>.

<sup>#1</sup> Profesionales en formación, Universidad Técnica Particular de Loja

<sup>#2</sup> Docente EET, Universidad Técnica Particular de Loja

Loja, Ecuador

[fjchica@utpl.edu.ec](mailto:fjchica@utpl.edu.ec), [msnavas@utpl.edu.ec](mailto:msnavas@utpl.edu.ec), [jorgeluis@utpl.edu.ec](mailto:jorgeluis@utpl.edu.ec).

**Abstract**— *Se describe el proceso de diseño e implementación de un kit para alfabetización energética en el uso de energía solar en todas sus formas, orientado al segmento K12 – K14.*

**Keywords**—alfabetización energética, usos de energía solar.

## I. INTRODUCCIÓN

Para la diversificación de la matriz energética actual, dependiente de los combustibles fósiles, se necesita ampliar la participación de las fuentes renovables de energía. Se requiere implementar una serie de acciones, desde la innovación en tecnología y procesos, hasta la educación y la concientización del recurso humano. En este contexto, la *alfabetización energética* de las nuevas generaciones, juega un papel preponderante.

Las iniciativas de alfabetización energética son diversas e inclusivas, y, entre ellas, son de especial interés aquellas dirigidas a chicos, cuyo principal propósito es lograr que los chicos crezcan con un nuevo paradigma: la energía de fuentes renovables es una alternativa viable, sostenible, y, que no compromete al medio ambiente.

Considerando el potencial solar de la provincia de Loja, desde la Sección de Electrónica y Energía SEE del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica DCCE de la UTPL, se propuso analizar la factibilidad de diseñar e implementar una propuesta curricular y tecnológica, orientada a la alfabetización en el aprovechamiento de energía solar en todas sus formas, enfocada en chicos cuyas edades se enmarquen en el segmento K12 – K14.

Este trabajo describe el proceso adecuado para el diseño e implantación del kit de alfabetización en el uso de energía solar requerido.

## II. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DIDÁCTICOS Y TÉCNICOS PARA UN KIT DE DISEÑO PROPIO

En una primera fase se determinó el estado del arte en la formación no reglada en temas de aprovechamiento de la energía solar, orientada a chicos del segmento K12 – K14 (o cercanos). Se decidió revisar los recursos disponibles en el mercado, tanto kits de alfabetización, como guías didácticas.

### A. Kits disponibles en el mercado

La Tabla 1 compara algunos de los kits de alfabetización existentes en el mercado, en función de características generales. En la Tabla 2, la comparación se realiza en función de las facilidades para experimentar de cada uno de ellos [1], [2], [3], [4], [5], y, [6].

El análisis comparativo permite afirmar que, los kits educativos se enfocan principalmente en el nivel K12 y niveles posteriores. Los kits tienen una estructura modular, e. incluyen como mínimo 5 experimentos.

Algunos kits contienen facilidades para la experimentación con varias fuentes de generación de energía (eólica, hidrógeno, entre otras).

Como característica común de los kits, se resalta la presencia de 4 bloques básicos: módulos fotovoltaicos (configuraciones en serie y paralelo), equipos básicos de medición, carga (motor DC, lámpara LED), y, colectores solares.



**Tabla I.**  
Características de los kits educativos. Diseño de los autores

Características	Terra Nova	Deluxe Solar Educational	Thames & Kosmos Power House Sustainable House Education Kit	Equipo completo de prácticas de energías renovables	Kit de energía solar solartec-30	Horizon Kit educativo de energías renovables
Idioma	Inglés	Inglés	Inglés	Castellano	Castellano	Inglés
Número de experimentos	20	5	70	10	7	20
Experimentos adicionales	Energía eólica	No	Energía eólica y electroquímica	Eólica y pila de hidrógeno	No	Sistema de depósito de hidrógeno eólica
Facilidad de ejecución	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Modularidad	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Manual	CD	Texto/ Digital	Sí	CD	CD	CD, Texto
Edad	14-16 años	8 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante

**Tabla II.**  
Facilidades de los módulos que componen a los kits educativos. Diseño de los autores.

Módulos	Terra Nova	Deluxe Solar Educational	Thames & Kosmos Power House Sustainable House Education Kit	Equipo completo de prácticas de energías renovables	Kit de energía solar solartec-30	Horizon, Kit educativo de energías renovables
Fabricante	Fourier Education	Picoturbine International	Sundance Solar	Elektron	Solartec S.A	EE.RR Horizon
Placas Fotovoltaicas	x	x	x	x	x	x
Config. serie-paralelo	x	x		x	x	x
Movilidad de las placas solares	x			x	x	
Número de cargas	6	12	3	3	3	3
Componentes Energía termosolar			x	x		
Medidor de variables				x	x	x

### B. Guías didácticas disponibles en el mercado

Las Tablas 3, 4, y, 5, resumen las características principales de las guías didácticas elaboradas para los diferentes segmentos [7], [8], y, [9]. El análisis muestra que las guías elaboradas para el nivel de interés de este trabajo, incluyen temas relacionados a energías renovables, energía solar, energía termosolar, y, energía fotovoltaica.

**Tabla III.**  
Características de los manuales o guías didácticas para chicos de 6 a 11 años. Diseño de los autores.

Características	Deluxe Solar Educational	Liecestershire KS2	NREL
Edad	8 en adelante	7-11	6-11
Número de Unidades	5	12	6
Energías Renovables		x	x
Energía Eólica		x	x
Generalidades de Energía Solar	x		x
Fotovoltaica	x	x	
Termosolar		x	
Proyectos de construcción	1		1
Otros temas			x

**Tabla IV.**

Características de los manuales o guías didácticas para las edades comprendidas entre 10 y 14 años. Diseño de los autores.

Características	Thames & Kosmos Power House Sustainable House Education Kit	Equipo completo de prácticas de energías renovables	Kit de energía solar solartec-30	Horizon, Kit educativo de energías renovables	NREL	EERE	The Infinite Power of Texas	Lieces tershire KS3
Edad	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	12 en adelante	11-14	11-14 años	10-14 años	11-14
Número de Unidades	9	8	14	7	7	7	15	12
Energías Renovables		x			x		x	x
Energía Eólica	x	x		x				x
Generalidades de Energía Solar	x	x	x	x	x	x	x	x
Fotovoltaica		x	x	x		x	x	x
Termosolar	x	x				x	x	x
Proyectos de construcción	20					1	3	
Otros temas	x	x	x	x	x		x	

**Tabla V.**

Características de los manuales o guías didácticas para las edades comprendidas entre 14 y 18 años. Diseño de los autores.

Características	Terra Nova	NREL
Edad	14-16 años	14-18
Número de Unidades	Conceptos Generales	6
Energías Renovables		x
Energía Eólica	x	x
Generalidades de Energía Solar	x	x
Fotovoltaica	x	
Termosolar		
Otros temas		x

### III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA DIDÁCTICA

Se propuso que el kit a implementar se denomine *Inti kit*. Para cada temática a tratar, se identificará y definirá los objetivos, se detallará las tareas de aprendizaje y otras actividades constructivistas (evaluación y experimentos de aplicación).

#### A. Selección de la técnica de enseñanza a utilizar en la guía didáctica

Las técnicas de enseñanza permiten la construcción espontánea del conocimiento, a través de la incorporación de nuevos conocimientos a los ya adquiridos. Entre ellas, especial interés merece el denominado ciclo del aprendizaje.

El ciclo de aprendizaje se basa en la teoría de Piaget de que *“los chicos necesitan aprender de experiencias concretas, en concordancia a su desarrollo cognitivo”*, y, en el modelo de aprendizaje experiencial y reflexivo propuesto por David Kolb [10]. Se propone que un aprendizaje sea experiencial, para que sea activo y genere cambios en la persona y en su entorno; y, reflexivo para, en relación a conocimientos previos, sintetizar progresivamente las ideas surgidas, compararlas, y, comprender su contenido, para mejorar destrezas y competencias en la práctica [10].

El ciclo de aprendizaje [10], [11], [12], y, [13], según Kolb, consta de 4 fases, de un comportamiento circular no necesariamente repetitivo (ver Fig. 1). La fase de *experiencia* activa los conocimientos previos, y, despierta el interés por el tema. En esta fase se recomienda programar actividades tales como: presentación de fotos, exhibición de videos, descripción

#### C. Requerimientos mínimos para el kit a diseñar

Sobre la base del análisis de los recursos disponibles para alfabetización en energía solar para el nivel K12 – K14, de acuerdo a los temas tratados en común por los kits y las guías didácticas disponibles en el mercado, se consideró implementar un kit conformado por 4 módulos experimentales básicos: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica (implementando configuraciones en serie y paralelo con paneles solares), y, energía termosolar (mediante la utilización de un termosifón). A estos módulos se agregará iluminación natural (utilizando un concentrador solar), y, radiación UV.

El kit incluirá elementos, equipos, y, material de apoyo (guía didáctica) para cada uno de los módulos a diseñar.

de ejemplos reales, referencia de noticias, realizar dinámicas, etc. La fase de **reflexión** se relaciona los conocimientos previos con el nuevo conocimiento, a través de mapas conceptuales, la elaboración de hipótesis, los trabajos grupales, y, la formulación de preguntas. En la fase de **conceptualización**, se definen los conceptos en sí, empleando diversos recursos y organizadores. Finalmente, en la etapa de **aplicación** el conocimiento adquirido se emplea en la resolución de problemas y la explicación de nuevas situaciones (ejercicios y prácticas, planificación y ejecución de proyectos o trabajos, etc.).



Fig.1. Fases del ciclo de aprendizaje, según Kolb. Diseño de los autores.

**B. Selección de los recursos de enseñanza a utilizar en el diseño de la guía**

Para el diseño de cada uno de los apartados de la guía propuesta, se utilizará diversos recursos de aprendizaje [14], los cuales se muestran en la Fig. 2.



Fig. 2. Recursos para el aprendizaje, potencialmente utilizable en la guía propuesta. Elaborado por los autores.

Ejemplos de la utilización de los recursos de aprendizaje en la guía didáctica, se muestran en la Figuras 3, 4, y, 5.

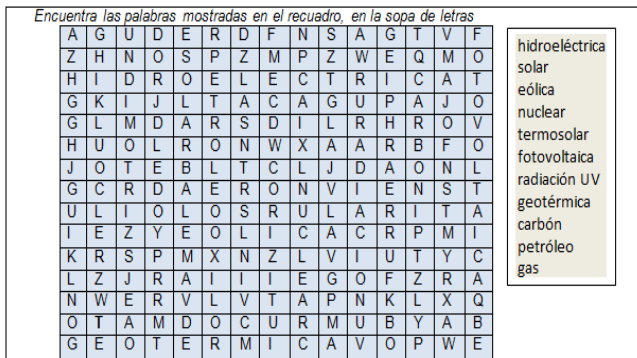


Fig. 3. Ejemplo de una sopa de letras, potencialmente utilizable en la guía propuesta. Elaborado por los autores.

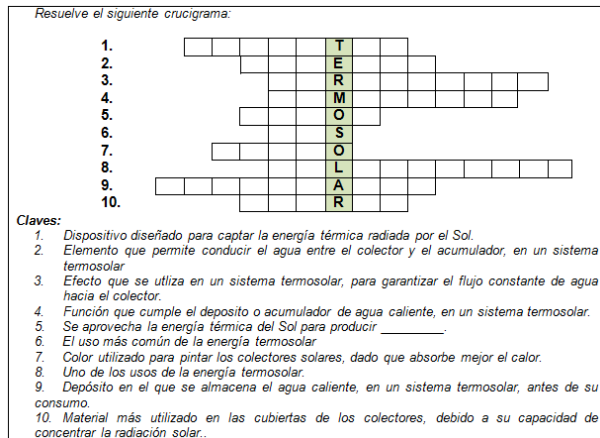


Fig. 4. Ejemplo de un crucigrama, potencialmente utilizable en la guía propuesta. Elaborado por los autores.



Fig. 5. Ejemplo de una ilustración a emplear en la guía didáctica. Elaborado por los autores.

**C. Propuesta programática para la guía didáctica**

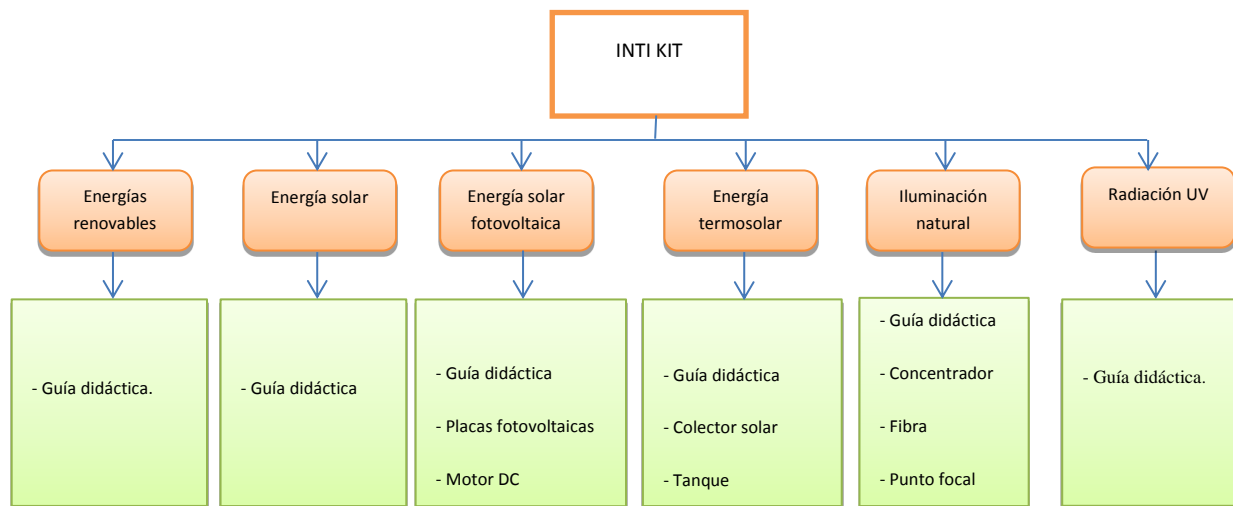
El diseño de la guía parte de una planificación general (mapa de conocimientos) y de un plan de lección por tema. La planificación general, contenido programático, incluye los contenidos, el objetivo general del capítulo, y, los objetivos específicos para cada uno de los contenidos (ver Tabla 6). En la planificación por tema, se detalla, además de los objetivos, las estrategias metodológicas y recursos específicos a utilizar. Toda esta planificación corresponde a los criterios explicados en los apartados anteriores.

**Tabla VI.**  
Planificación por capítulos para la guía didáctica a diseñar. Diseño de los autores.

Capítulos		Objetivo General	Contenidos	Objetivos por lección
Nº	Nombre			
1	Energías Renovables	Reconocer y valorar la importancia de la utilización de las energías renovables.	1.3 Conceptos básicos 1.4 Clasificación de las fuentes de energías renovables 1.3 Ventajas y desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir definiciones básicas relacionadas con las energías renovables.</li> <li>• Identificar los tipos de fuentes de energías renovables.</li> <li>• Reconocer las ventajas y desventajas en el uso de energías renovables.</li> </ul>
2	Energía Solar	Evaluar la importancia de la energía solar, y, reconocer sus principales usos.	2.1 Definiciones generales de energía solar. 2.2 Nuevos usos de la energía solar 2.3 Ventajas y desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar en qué consiste y como se obtiene la energía solar.</li> <li>• Identificar los nuevos usos de la energía solar en la vida cotidiana.</li> <li>• Analizar las ventajas y desventajas de la energía solar.</li> </ul>
3	Energía Solar Fotovoltaica	Describir el funcionamiento y aplicación de los sistemas fotovoltaicos, en la generación de energía eléctrica.	3.1 Definiciones básicas de circuitos eléctricos. 3.2 Sistema fotovoltaico 3.3 Aplicaciones del uso de energía fotovoltaica. 3.5 Ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interiorizar las definiciones básicas de circuitos eléctricos.</li> <li>• Comprender y aplicar nociones básicas de un sistema fotovoltaico.</li> <li>• Describir algunas aplicaciones de energía fotovoltaica.</li> <li>• Describir las ventajas y desventajas de la utilización de energía solar fotovoltaica.</li> </ul>
4	Energía Termosolar	Explicar el funcionamiento de los sistemas termosolares para la provisión de ACS.	4.1 Sistema termosolar 4.2 Ventajas y desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el funcionamiento de un sistema termosolar, e, identificar sus elementos principales.</li> <li>• Analizar las ventajas y desventajas del uso de la energía termosolar.</li> </ul>
5	Iluminación natural	Describir el funcionamiento y aplicación de un sistema de iluminación natural, utilizando concentradores solares.	5.1 Nociones básicas de espectro visible de luz. 5.2 Ventajas y desventajas de los sistemas de iluminación natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las definiciones básicas de espectro visible.</li> <li>• Conocer las ventajas y desventajas de los sistemas de iluminación natural.</li> </ul>
6	Radiación UV	Reconocer las principales definiciones de radiación UV, e, identificar las posibles aplicaciones.	6.1 Definiciones generales de radiación ultravioleta UV. 6.2 Aplicaciones, ventajas y desventajas de la radiación UV.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar las definiciones generales de la radiación UV.</li> <li>• Identificar las posibles aplicaciones de la radiación UV, y, reconocer sus ventajas y desventajas.</li> </ul>

#### IV. DISEÑO DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA EL KIT

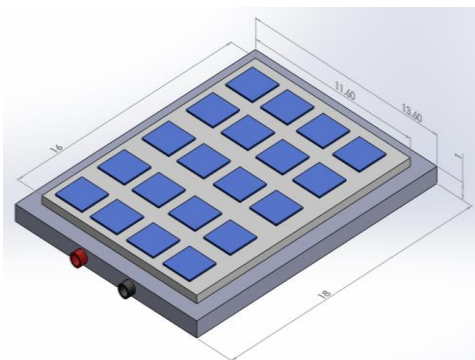
El kit para alfabetización energética, estará conformado por módulos diseñados desde una perspectiva netamente experimental. En la Fig. 6, se detalla los requerimientos de elementos, equipos, y, material de apoyo, en cada uno de los módulos a diseñar. En 3 de ellos (energías renovables, energía solar, y, radiación UV), para la alfabetización se utiliza exclusivamente los recursos de la guía didáctica. En los 3 restantes (energía fotovoltaica, energía termosolar, e, iluminación natural), a más de los recursos incluidos en la guía didáctica, se requiere la utilización de aditamentos complementarios.



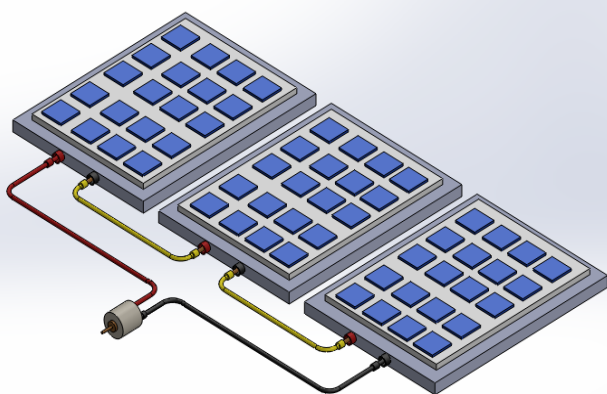
**Fig. 6.** Requerimientos de elementos, equipos, y, material de apoyo en cada uno de los módulos del kit de aprendizaje

### A. Módulo de energía solar fotovoltaica

Para el tratamiento de los temas propuestos, se diseñará e implementará un mini sistema experimental de paneles solares. En el marco de este proyecto, se requiere de 3 paneles solares montadas en bases individuales. Cada base poseerá terminales de salida que, facilitarán la conexión de los paneles en esquemas en serie, y, paralelo (ver Fig. 7 y 8).



**Fig. 7.** Base individual para soporte de las placas fotovoltaicas a utilizar. Diseño de los autores.



**Fig. 8.** Ejemplo de conexión en serie de las placas fotovoltaicas a utilizar. Diseño de los autores.

Se decidió emplear placas fotovoltaicas genéricas, disponibles en el mercado, cuyas características principales se muestran en la Tabla VII. Este tipo de panel se seleccionó por cuanto proporciona la energía suficiente para alimentar los dispositivos a emplear como carga del sistema.

**Tabla VII.**

Característica técnicas principales de las placas fotovoltaicas a emplear. Diseño de los autores

Tamaño, cm	16 x 11,6
Voltaje, V	5
Amperaje, mA	450
Potencia, W	2.25
Dimensiones del soporte, cm	18 x 13 x 1

### B. Módulo de energía termosolar

Para atender los requerimientos del contenido programático del módulo de energía termosolar, en el kit propuesto, se construirá un termosifón, el cual consta de 4 partes: colector solar, tanque de almacenamiento, tuberías, y, soporte.

#### Colector solar

Existen tres tipos de colectores solares [15]. En el marco de este proyecto, se utilizará un colector de placa plana, con cubierta, operado a presión de línea por efecto termosifónico. Un colector de este tipo, está compuesto por: la superficie del colector, el circuito de fluido térmico, la cubierta, el aislante, y, la caja. La Fig. 9 muestra una vista panorámica del colector solar a construir.

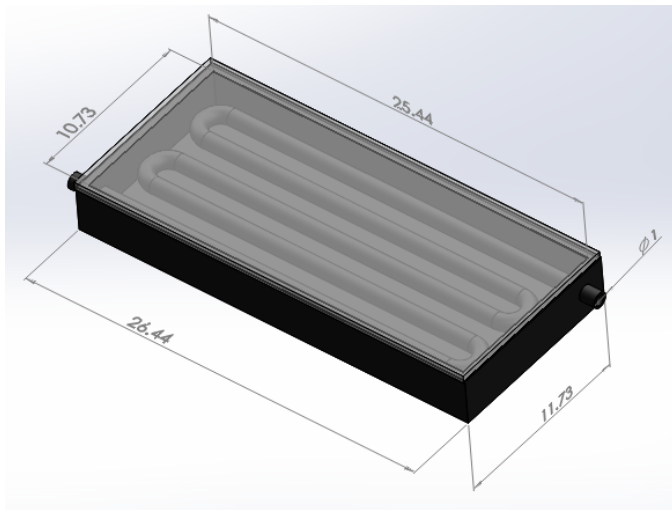


Fig. 9. Vista panorámica del colector solar a construir. Diseño de los autores

Para determinar el *área requerida en el colector*, se decidió adoptar un colector de mercado tipo VITOSOL 100F modelo SV1A/SV1B [16] (ver Tabla VIII), y, aproximar las medidas del colector requerido para el kit, aplicando una relación de escala.

Tabla VII.

Geometría del colector solar VITOSOL 100F modelo SV1A/SV1B. Diseño de los autores

Ancho, cm	105,6
Largo, cm	238,0

Para aproximar la geometría del colector requerido, se empleó una escala de 1:9, de forma tal que se obtenga un producto que optimice el espacio en la empaquetadura del kit. La Tabla IX, muestra la geometría del colector a construir, considerando una profundidad de 3cm para el colector.

Tabla IX.

Medidas del colector solar a escala 1:9. Diseño de los autores

Ancho, cm	11,73
Largo, cm	26,44
Profundidad, cm	3
Ancho utilizable, cm	10,73
Largo utilizable, cm	25,44
Área colectora, m <sup>2</sup>	0,027

Para la circulación del fluido térmico, se emplean diversas técnicas, como la utilización de tubería con arreglo sinuoso, tubería vertical paralela, tubería dentro de la lámina, etc. En el marco de este proyecto, se decidió emplear tubería con arreglo sinuoso o serpentín, debido que permite obtener una mayor temperatura en función de un mayor recorrido.

### Tanque de almacenamiento

En la bibliografía, se recomienda un volumen de almacenamiento de 75 a 100 l por cada m<sup>2</sup> de área colectora [17]. Considerando un storage de 75 l, y, el área colectora

calculada de 0.027 m<sup>2</sup>, se determinó la necesidad de construir un tanque de almacenamiento de 2 l.

El tanque a construir será de forma cilíndrica, y, se montará sobre un soporte conjuntamente con el colector. Por esta razón se fijó el largo del tanque igual al largo del colector (0,2644 m). El radio de la circunferencia del tanque, se obtendrá de la expresión (1) para el volumen de un cilindro.

$$V = \pi r^2 h \quad (1)$$

En dónde,

- V, el volumen del cilindro, l
- r, es el radio del cilindro, m
- h, es la altura del cilindro, m

$$r = \sqrt{\frac{2 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{\pi(0,2644)}}$$

$$r = 0,49 \text{ m}$$

La Fig. 10, muestra la geometría del tanque cilíndrico a construir.

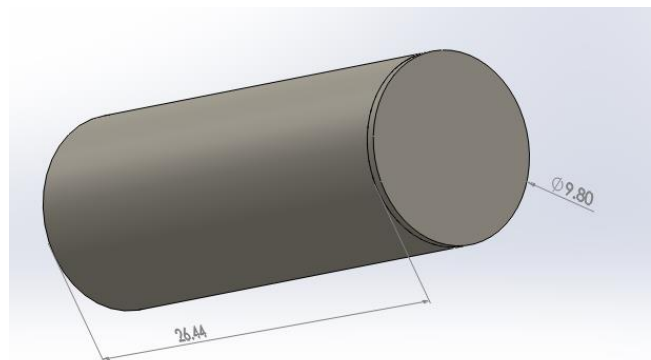


Fig. 10. Vista frontal y lateral del tanque de almacenamiento a construir. Diseño de los autores

### Tubería

La tubería conducirá el agua a calentar hacia el colector, y, unirá el colector con el tanque de almacenamiento. La tubería será lo más corta posible, de tal manera que conserve el calor del agua.

### Soporte

La bibliografía recomienda inclinar los sistemas termosolares respecto de la horizontal, en un ángulo equivalente a la latitud del lugar más 10° [18]. Para la ciudad de Loja, situada a una latitud 4° S, la inclinación será de 14°. La estructura de soporte del sistema, considera esta inclinación y permite sujetar el colector solar y el tanque (ver Fig. 11).

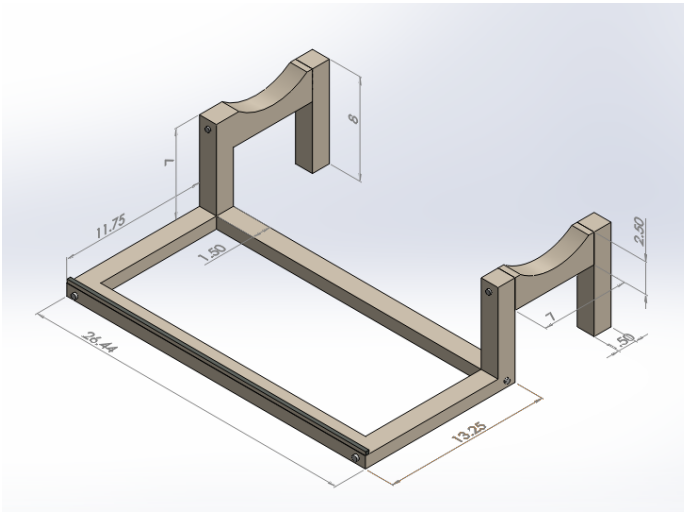


Fig. 11. Estructura de soporte para el termosifón. Diseño de los autores

El ensamblado final del termosifón a construir, se detalla en la Fig. 12.

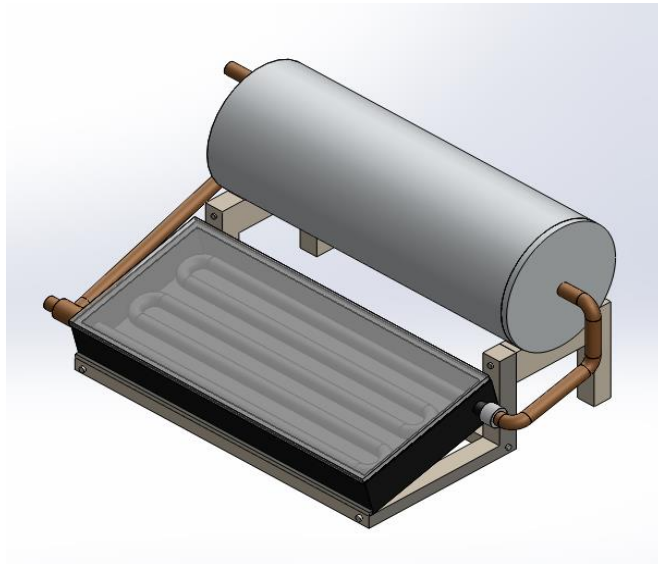


Fig. 12. Termosifón a construir. Diseño de los autores

### C. Módulo de iluminación natural

Para atender los requerimientos del contenido programático del módulo de iluminación natural, en el kit propuesto, se construirá un concentrador de iluminación natural, compuesto por el concentrador solar, y, un soporte

#### Concentrador solar

Para la elaboración del concentrador solar, se utilizará una lente de Fresnel, operando como focalizador de luz. La lente a emplear se muestra en la Fig. 13; mide 27.8 cm por lado, y, tienen un índice de refracción de 1.49, correspondiente al acrílico [19]. Las características de la lente se muestran en la Tabla X.

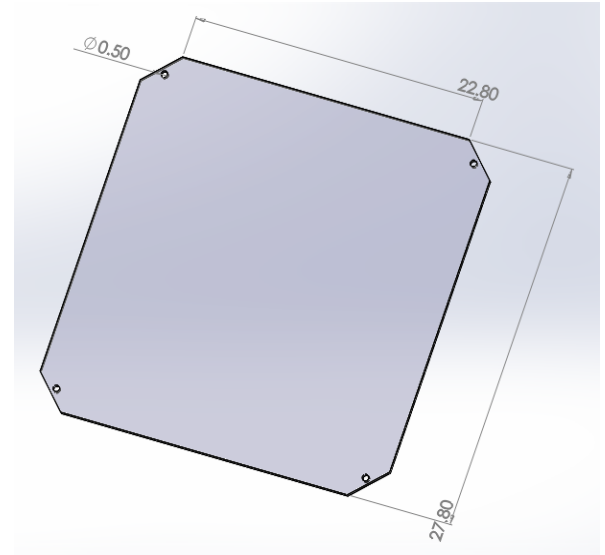


Fig. 13. Geometría de la lente de Fresnel a utilizar. Diseño de los autores

Tabla X.

Características de la lente de Fresnel a utilizar. Diseño de los autores

Tamaño, cm	27,8 x 27,8 x 0,3
$n_{\text{lente}}$	1,49
$n_0$	1,000277
$R_1$ , cm	13,5
$R_2$ , cm	-13,5

Dado que el experimento se realizará en el aire, el índice de refracción será de 1.000277. A través de la ecuación de Lens-Marker [20], se calculó la potencia de la lente de Fresnel (ver expresión 2), y, la ubicación del foco (ver expresión 3) en el que se conectará la fibra óptica.

$$P_{\text{lente}} = \frac{(n_{\text{lente}} - n_0)}{n_0} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

En dónde,

$P_{\text{lente}}$ , es la potencia de la lente de Fresnel, dioptrías  
 $n_{\text{lente}}$ , es el índice de refracción de la lente.  
 $n_0$ , es el índice de refracción del aire.  
 $R_1$  y  $R_2$ , son los radios de la lente de Fresnel, cm

$$P_{\text{lente}} = \frac{(1,49 - 1)}{1} \left( \frac{1}{13,5} - \frac{1}{-13,5} \right)$$

$$P_{\text{lente}} = 0,07259 \text{ dioptrías}$$

$$P_{\text{lente}} = \frac{1}{f} \quad (3)$$

En dónde,

$P_{\text{lente}}$ , es la potencia de la lente de Fresnel, dioptrías  
 $f$ , es la distancia focal de la lente, cm

$$f = \frac{1}{P_{\text{lente}}} = \frac{1}{0,07259} = 13,78 \text{ cm}$$

Para calcular las medidas de la estructura que sujetará el punto focal con la lente de Fresnel, y que permitirá conectar la fibra óptica, se consideró la lente como si fuese un cuadrado (en realidad es un octógono irregular). Aplicando el teorema de Pitágoras, a partir de esta geometría, se determinó la ubicación espacial del punto focal. Como resultado se obtuvo el diseño de la estructura de soporte (ver Fig. 14).

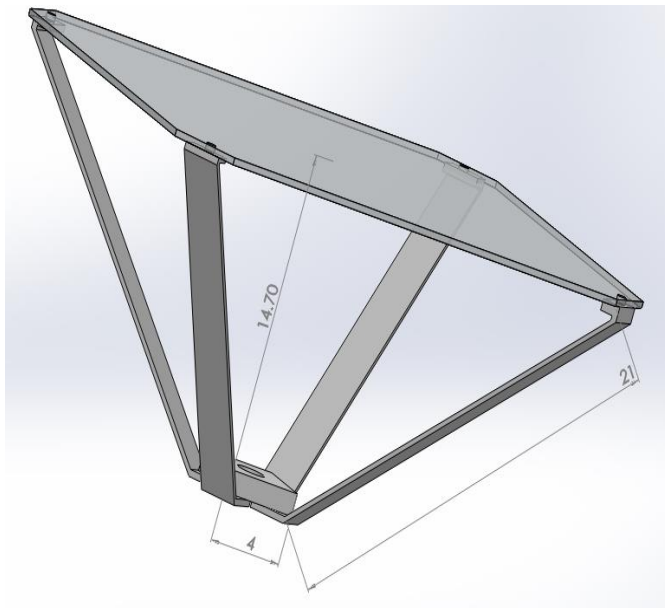


Fig. 14. Diseño del concentrador solar final. Diseño de los autores.

### Soporte

Definida la estructura del concentrador solar, se diseñó el soporte de tal manera que pueda ofrecer el sostén requerido. La Fig. 15 muestra en el ensamblado final del soporte y del concentrador solar.



Fig. 15. Diseño general del concentrador para iluminación solar. Diseño de los autores

### *D. Propuesta de empaque*

Tomando en cuenta las medidas de cada uno de los aditamentos especiales requeridos en los módulos propuestos, se propuso diseñar un empaque que soporte todos los elementos (ver fig. 16 y 17).

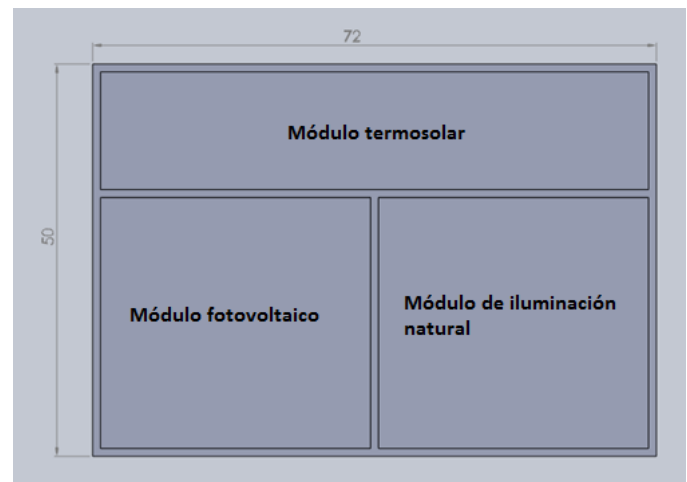


Fig. 16. Distribución general en cm, de los aditamentos especiales requeridos en los módulos, dentro del empaque. Diseño de los autores



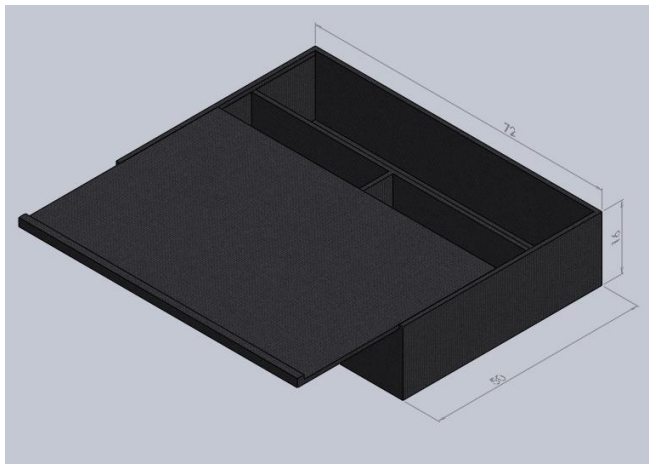


Fig. 17. Diseño del empaque (72 cm x 50 cm x 16cm). Diseño de los autores

## V. CONSTRUCCIÓN DE ADITAMENTOS COMPLEMENTARIOS REQUERIDOS PARA EL KIT

Una vez realizado el diseño de los aditamentos requeridos para el kit, se procede a la construcción de los mismos.

### A. Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía solar fotovoltaica

Para optimizar la adquisición de habilidades en el uso de la energía solar fotovoltaica, el material de la guía didáctica se reforzó con 3 experiencias prácticas (parámetros de operación de los paneles solares, conexión de paneles solares en serie y en paralelo, y, usos potenciales de energía fotovoltaica).

De acuerdo al diseño se incluyó la utilización de 3 paneles solares de bajo costo, disponibles en el mercado. Se completó los aditamentos requeridos para este grupo de experiencias prácticas, con la adquisición de un motor DC, un almacén de LEDs, un ventilador DC, un protoboard, y, un multímetro. Las características de estos dispositivos corresponden a lo acordado en la fase de diseño (ver Fig. 20).

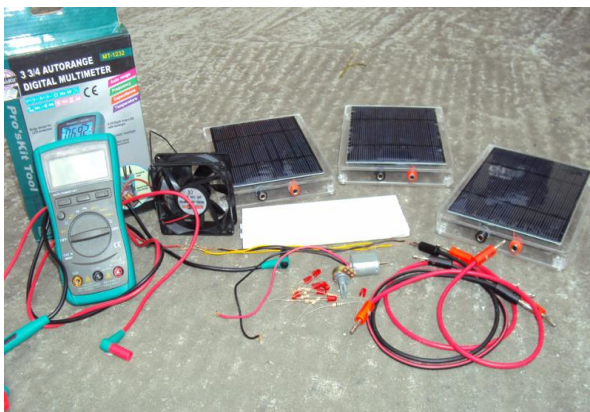


Fig. 20. Aditamentos requeridos para experiencias prácticas con energía solar fotovoltaica. Fotografía de los autores

### B. Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con energía termosolar

Para optimizar la adquisición de habilidades en el uso de la energía termosolar, el material de la guía didáctica se reforzó con 1 experiencia práctica (funcionamiento de un sistema termosolar), en cuyo diseño se incluyó la utilización de un termosifón, de construcción propia bajo el concepto de modelo a escala de un sistema real.

El termosifón construido consta de 4 bloques: colector solar, tanque de almacenamiento, tuberías, y, soporte (ver Fig. 21).



Fig. 21. Bloques del termosifón construido. Fotografía de los autores

El *colector* se construyó del tipo de placa plana, de latón con una cubierta de acrílico. En su interior, sobre una placa aislante de cartón y aluminio, se colocó un serpentín fabricado con tubería de cobre. Todo el colector se pintó de color negro (ver Fig. 22).



Fig. 22. Colector solar. Fotografía de los autores

El *tanque de almacenamiento* se construyó de acero inoxidable, en forma cilíndrica, con una capacidad de almacenamiento de 2l. En los extremos del tanque se ubicaron salidas de tubería de cobre, de tal manera que permitan la operación como termosifón (ver Fig. 23).



Fig. 23. Tanque de almacenamiento. Fotografía de los autores

Para conducir el agua entre el colector y el tanque de almacenamiento, se construyó una red de tuberías de cobre. Las tuberías se unen a los otros bloques procurando evitar la filtración de agua. La estructura de soporte del termosifón, se construyó de aluminio. De acuerdo al diseño, la estructura prevé una inclinación de  $14^\circ$  para el colector (ver Fig. 24).



Fig. 24. Estructura de soporte para el termosifón. Fotografía de los autores

El termosifón se completa con una llave y una cortadora, La Fig. 25 muestra el ensamblaje final del termosifón construido.



Fig. 25. Ensamblado final del termosifón. Fotografía de los autores

### C. Aditamentos adicionales para las experiencias prácticas con iluminación natural

Para optimizar la adquisición de habilidades en el empleo de sistemas de iluminación natural, el material de la guía didáctica se reforzó con 1 experiencia práctica (funcionamiento de un sistema de iluminación natural), en cuyo diseño se incluyó la utilización de un concentrador solar con lente de Fresnel, y, de un arnés de fibra óptica (ver Fig.26).



Fig. 26. Aditamentos requeridos para experiencias prácticas con sistemas de iluminación natural. Fotografía de los autores

El concentrador solar, se construyó utilizando como focalizador una lente de Fresnel, disponible en el mercado, con una distancia focal de 13,78 cm. En el foco, se colocó una pieza de acrílico para sujetar el arnés de fibra óptica (ver Fig. 27).



Fig. 27. Concentrador solar basado en una lente de Fresnel. Fotografía de los autores

El sistema se soporta sobre una estructura construida en aluminio. El soporte proporciona el sostén requerido y la movilidad del sistema (ver Fig. 28).



Fig. 28. Ensamblado final del sistema de iluminación natural. Fotografía de los autores.

## VI. CONCLUSIONES

- La propuesta curricular y tecnológica diseñada, orientada a la alfabetización en el aprovechamiento de la energía solar, dirigida a chicos del nivel K12 – K14, se llama *inti kit*. Consta de 6 bloques experimentales: energías renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica, energía termosolar, iluminación natural, y, radiación UV; con elementos, equipos, y, material de apoyo (guía didáctica), en cada uno de los módulos a diseñar.
- Para el diseño de la guía didáctica propuesta, se tomó en cuenta la planificación de contenidos, que comprende la metodología (ciclo del aprendizaje), los recursos (lluvia de ideas, lecturas, collage, sopa de letras, etc), el contenido bibliográfico, y, la evaluación (a través de actividades experimentales del kit).
- Dentro del módulo de energía termosolar se construyó un termosifón, en donde el área requerida en el colector, se tomó de un colector de mercado tipo VITOSOL 100F modelo SV1A/SV1B, y, aproximar sus medidas requeridas para el kit, aplicando una relación de escala 1:9.
- En el colector solar se utilizó una tubería con arreglo sinuoso o serpentín, dado que a su respectivo análisis, esta permite obtener una mayor temperatura en función de un mayor recorrido.
- Para el modulo fotovoltaico, de acuerdo a las cargas que se van a ocupar (motor DC y LEDs), se tomó en consideración que los paneles solares tenga como características 5V y 450 mA.
- En el módulo de iluminación natural, para el concentrador solar se ocupará una lente de Fresnel ya que ésta cumple la función de focalizador de luz, que permitirá concentrar la misma en un punto focal, para posteriormente llevarla por media de la fibra óptica.
- Se propuso el diseño e implementación de un kit para alfabetización energética, conformado por 6 módulos, en 3 de ellos, se utiliza exclusivamente los recursos de la guía didáctica. En los 3 restantes (energía solar fotovoltaica, energía termosolar, y, sistemas de iluminación), a más de los recursos incluidos en la guía didáctica, se requiere la utilización de aditamentos complementarios.
- El material de la guía didáctica, relacionado a energía fotovoltaica, se reforzó con 3 experiencias prácticas en las que se emplean paneles solares, un motor DC, un almacén de LEDs, un ventilador DC, un protoboard, y, un multímetro.
- En torno a energía termosolar, se incluyó una experiencia práctica en la que se utiliza un termosifón conformado por 4 bloques: colector solar, tanque de almacenamiento, tuberías, y, soporte.
- Para sistemas de iluminación natural, se diseñó una experiencia práctica que integra un concentrador solar con lente de Fresnel y un arnés de fibra óptica.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Fourier Education, TERRA NOVA – Wind + Solar Energy – Premium [Online]: Disponible en: <[http://fourieredu.com/fwp/wp-content/uploads/support-downloads/terranovasupport/instructions\\_solar-wind\\_premiumkit.pdf](http://fourieredu.com/fwp/wp-content/uploads/support-downloads/terranovasupport/instructions_solar-wind_premiumkit.pdf)> [Consultado el 22 de abril del 2013].
- [2] Elenco Electronics Inc, Solar Energy Kit SK-40 [Online]: Disponible en: <<http://www.testequipmentdepot.com/elenco/pdfs/sk40.pdf>> [Consultado el 22 de abril del 2013].
- [3] Thames & Kosmos, Power House [Online]: Disponible en: <<http://www.thamesandkosmos.com/products/ph/ph2.html>> [Consultado el 22 de abril del 2013].
- [4] Equipo completo de prácticas de energías renovables [Online]: Disponible en: <[http://www.tiendaelektron.com/catalog/product\\_info.php?cPath=30&products\\_id=566](http://www.tiendaelektron.com/catalog/product_info.php?cPath=30&products_id=566)> [Consultado el 21 de abril del 2013].
- [5] Entrenador energía solar solartec-30 [Online]: Disponible en: <[http://www.tiendaelektron.com/catalog/product\\_info.php?cPath=30&products\\_id=538](http://www.tiendaelektron.com/catalog/product_info.php?cPath=30&products_id=538)> [Consultado el 23 de abril del 2013].
- [6] Educación para una energía limpia. Horizon, Kit educativo de energías renovables [Online]: Disponible en: <<http://www.renewableenergy.lifeskillsmentors.com/Espanol.pdf>> [Consultado el 25 de abril del 2013].
- [7] EERE, Exploring Solar Energy Teacher and Student Guides (7 Activities) [Online]: Disponible en: <<http://www1.eere.energy.gov/education/lessonplans/plans.aspx?id=268>> [Consultado el 24 de abril del 2013].
- [8] Leicestershire Conuty Council, Renewable Energy Kits - Teaching Aids [Online]: Disponible en: <[http://www.leics.gov.uk/index/leisure\\_tourism/museums/open\\_museum/resource\\_box/energykits/energykits\\_teaching.htm](http://www.leics.gov.uk/index/leisure_tourism/museums/open_museum/resource_box/energykits/energykits_teaching.htm)> [Consultado el 27 de abril del 2013].

- [9] NREL, Photovoltaics (PV) in the Classroom Workshop [Online]: Disponible en: <[http://www.nrel.gov/education/educational\\_resources.html](http://www.nrel.gov/education/educational_resources.html)> [Consultado el 27 de abril del 2013].
- [10] TORRES, L. Derecho a una educación de calidad. Orientaciones metodológicas didácticas. 2007. [Consultado el 13 de mayo del 2013].
- [11] SANTILLANA, Desafíos Ciencias Naturales 10 Guía del Docente, 2010.
- [12] ARAUJO B, Planificación y ciclo de aprendizaje, SANTILLANA, 2009.
- [13] PÁEZ J, Guía de aplicación curricular, Grupo NORMA, Enero 2011.
- [14] ROMERO J, JARAMILLO J. Diseño de un taller de alfabetización energética orientado al nivel K6 – K12. [Consultado el 1 de julio del 2013].
- [15] PAZ, J. Colectores solares planos construcción vol.2 [Online]: Disponible en: <<http://www2.uacj.mx/publicaciones/colectores2.pdf>> [Consultado el 29 de agosto del 2013].
- [16] VIESSMAN. VITOSOL 100 Modelo SV1A/SV1B y SH1A/SH1B [Online]: Disponible en: <[http://www.viessmann.es/content/dam/internet-es/pdf\\_documents/brochures/vitosol/Datos%20T%C3%A9cnicos%20VITOSOL100-F.pdf](http://www.viessmann.es/content/dam/internet-es/pdf_documents/brochures/vitosol/Datos%20T%C3%A9cnicos%20VITOSOL100-F.pdf)> [Consultado el 29 de agosto del 2013].
- [17] CALDAS, M. Simulación dinámica de un sistema de calentamiento solar térmico [Online]: Disponible en: <[http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/Caldas-Comportamiento\\_dinamico\\_SCS-v0.pdf](http://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/Caldas-Comportamiento_dinamico_SCS-v0.pdf)> [Consultado el 19 de agosto del 2013].
- [18] BÉRRIZ, L. ÁLVAREZ, M. Influencia del ángulo de inclinación de una superficie captadora solar sobre la radiación incidente [Online]: Disponible en: <<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar08/HTML/articulo03.htm>> [Consultado el 23 de agosto del 2013].
- [19] Índice de Refracción del acrílico [Online]: Disponible en: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/geoopt/refr.html#c2>> [Consultado el 1 de septiembre del 2013].
- [20] Fórmula de Lens-Maker [Online]: Disponible en: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/geoopt/lenmak.html>> [Consultado el 1 de septiembre del 2013].

