



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Propuesta de enseñanza de la energía solar
como fuente de energía alternativa renovable,
para estudiantes de ciclo IV Básica
Secundaria**

Claudia Constanza Cárdenas Sánchez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría En Enseñanza De Las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá D.C. Colombia
2013

**Propuesta de enseñanza de la energía solar
como fuente de energía alternativa renovable,
para estudiantes de ciclo IV Básica
Secundaria**

Claudia Constanza Cárdenas Sánchez
Código: 01186736

Trabajo Final presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister En Enseñanza De Las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:
Ph.D., Clara Lilia calderón Triana

Línea de Investigación:
Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría En Enseñanza De Las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá D.C. Colombia
2013

A mis padres y abuela a quienes prometí alcanzar mis metas
a nivel profesional y llegar a ser magister.

A los hombres que amo:

Victor: Por ser mi Amor incondicional y paciente a pesar de las dificultades.

Cristihan: Porque eres tú la luz que alumbra cuando hay oscuridad.

Julian Porque llegaste a mi vida trayendo la esperanza en tu sonrisa angelical

Agradecimientos

A tí Padre Celestial por abrirme con tu brazo poderoso la puerta del saber

A mis padres y abuela por forjar en mí la perseverancia y constancia.

A mi esposo Víctor por su Amor y apoyo incondicional.

A mis hijos por ser quienes motivan y enriquecen mi vida para alcanzar mis metas.

A mi apreciada directora Dra. Clara Lilia Calderón por compartir y enriquecer mis conocimientos con su sabiduría.

Resumen

Este trabajo es una propuesta de enseñanza dirigida a estudiantes de ciclo IV de básica secundaria que promueve la educación acerca del conocimiento y uso de las fuentes renovables de energía que tienen como fuente primaria el Sol. Esta propuesta busca que desde la escuela los docentes y las nuevas generaciones estudien y profundicen sobre el tema de energías renovables, principalmente la solar, y sean parte activa en la solución de la problemática energética y ambiental que enfrenta nuestro planeta. En esta propuesta se enseñan los conceptos básicos de energía, energías renovables y sus aplicaciones, destacando la importancia de la energía solar para la vida en la Tierra. Se presenta el aprovechamiento de esta fuente renovable para el beneficio de la humanidad, a través del funcionamiento de dispositivos que usan la energía solar y de algunos avances tecnológicos en dispositivos que utilizan esta energía.

Abstract

This work is a teaching proposal addressed to basic secondary school students in cycle IV that promotes the education about knowledge and use of renewable energy sources that have the Sun as the primary source. This proposal seeks that from school, teachers and new generations study and to go into in detail about the field of renewable energies, mainly solar, and that they be an active part in solving the energy and environmental problems facing our planet. In this proposal are taught the basic concepts of energy, renewable energy and its applications, emphasizing the importance of solar energy for the life on Earth. The exploitation of this renewable source for the benefit of humanity is presented through the functioning of devices using solar energy and some technological advances in devices that use this energy.

Contenido

	Pág.
Resumen y Abstract	VII
Introducción	1
1. Estado actual del tema de la enseñanza de las energías renovables	3
2. La pedagogía en la escuela	5
2.1 Corriente del naturalismo desarrollista	5
2.2 Corriente de escuela nueva o activista	6
2.3 Corriente cognitiva constructivista conceptual	7
2.4 Corriente crítico social	9
3. Trabajo de campo	11
3.1 Resultados y análisis del sondeo de preguntas	13
4. Propuesta para la enseñanza de las energías renovables que tienen como fuente primaria el sol y su uso, para estudiantes de ciclo IV básica secundaria	21
5. Conclusiones	59
Bibliografía	61

Introducción

En el mundo el consumo de energía es tal, que en un año la humanidad consume lo que la naturaleza tarda un millón de años en producir y cada año aumenta el consumo [1]; los combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural son los más usados. Se estima que en 50 años aproximadamente se necesitarán otras fuentes de energía, porque los recursos no renovables serán muy escasos. Además en el proceso de combustión de estos combustibles fósiles se generan grandes cantidades de compuestos tóxicos como: óxidos de azufre y nitrógeno, que al ser liberados a la atmósfera reaccionan con el radical OH y generan la lluvia ácida que impacta, negativamente el ambiente, al alterar el balance natural del ecosistema; constituyéndose la causa principal de contaminación de la Tierra [2].

Colombia es un país rico en recursos naturales, entre ellos su gran cantidad de ríos son aprovechados para generar energía eléctrica en las plantas hidroeléctricas, esta fuente hídrica es calificada en principio como energía limpia y renovable, sin embargo el mal uso de los ríos genera contaminación en su área de influencia. La energía que usamos a diario en Colombia también proviene de los combustibles fósiles cuyas reservas se están agotando rápidamente, además de generar grandes impactos negativos ambientales derivados de la producción y el consumo, como es la emisión de gases y material particulado a la atmósfera.

El uso de las energías renovables como la solar, eólica, geotérmica, entre otras, es una solución a esta problemática energética y ambiental puesto que estas se generan a partir de fuentes naturales inagotables o que se pueden reponer en un corto periodo de tiempo, por esto es importante promover en la población el uso de energías renovables.

El tema de las energías renovables es importante actualmente desde el punto de vista económico, ambiental y pedagógico, por lo tanto la educación impartida a los estudiantes debe responder a las necesidades de hoy y del futuro de nuestra sociedad. En Colombia a nivel escolar de educación básica y secundaria (y generalmente en la educación superior) no se enseña el tema de energías renovables ni se fomenta el uso de estas, lo que hace que en general este tipo de energías no se investiguen, no se aprovechen ni se vean como solución a la problemática ambiental actual y a la futura crisis de las fuentes de energía no renovables. Por lo tanto se

necesita motivar a través de la enseñanza el uso, las ventajas y el impacto de las energías renovables. En este trabajo se presenta una propuesta de enseñanza, para estudiantes de ciclo IV básica secundaria, que promueve el conocimiento y uso de las energías renovables que tienen como fuente primaria el Sol, con la profundidad e importancia que realmente tiene este tema en la actualidad.

1. Estado actual del tema de la enseñanza de las energías renovables

A nivel internacional existen muy pocos trabajos acerca de la enseñanza de las energías renovables en la escuela, en ellos se estudia el conocimiento de los estudiantes acerca de las energías renovables a nivel escolar y se concluye que los estudiantes no diferencian claramente entre fuentes de energía renovables y no renovables, además se recomienda desarrollar una estrategia de educación moderna para introducir los conceptos de energía renovable y sus beneficios en estudiantes a nivel de educación primaria y secundaria [3]. También se concluye que es esencial desarrollar e implementar un programa educativo en energías renovables bien diseñado orientado a educación formal y no formal [4].

En Colombia no se enseña el tema de las energías renovables con la profundidad e importancia que merece este tema, en algunos establecimientos educativos sólo se mencionan de forma muy general algunos tipos de energías renovables, además no existen trabajos referenciados al respecto, solo hasta ahora algunos maestros a nivel personal se están interesando en introducir el tema de las energías renovables en sus clases de Ciencias. El funcionamiento de dispositivos que aprovechan la energía solar, como la celda solar, tampoco son enseñados en las aulas de clase, solo se han reportado trabajos que utilizan las celdas solares para la enseñanza del efecto fotoeléctrico [5].

2. La pedagogía en la escuela

El docente debe planificar, ejecutar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje para lograr el máximo desarrollo cognitivo de sus estudiantes. Estos procesos los realiza basado en los aportes de diversas ciencias como la psicología, la sociología, la filosofía y la historia, entre otras; además el docente puede establecer cuál es la línea de investigación más conveniente para enfocar la educación y formación de sus estudiantes, de acuerdo con los objetivos de aprendizaje que ha propuesto para un determinado tema, tales líneas de investigación se denominan “corrientes pedagógicas”. Las corrientes pedagógicas han surgido a lo largo de la historia al mismo tiempo que las necesidades de educación de la población han ido cambiando y cada una de ellas expone que su método de enfocar la enseñanza es el más adecuado para conseguir el máximo rendimiento y aprendizaje en los educandos. A continuación se presentan los conceptos básicos de las principales corrientes pedagógicas [6].

2.1 Corriente del naturalismo desarrollista

Enfatiza en el sujeto que aprende, en su naturaleza y en su capacidad de desarrollarse. Además de Rousseau y A. S. Neill, puede ubicarse en esta corriente a Juan Amós Comenio que, en su obra *Didáctica Magna*, expone todas sus ideas y propuestas educativas. Por su trascendencia, y aún vigencia de algunos de sus planteamientos, es útil conocer algunos de sus postulados y de su método pedagógico centrado en la tríada: comprender, retener, practicar y fundamentado, según él, en las normas de la naturaleza. Comenio coloca como centro de la educación al alumno, no al maestro, y critica la escuela porque resultaba un lugar de tormentos en vez de ser un sitio agradable para aprender, y a la enseñanza porque se efectúa de acuerdo con la petulancia del maestro y no según las necesidades de los niños y jóvenes. “Los mismos preceptores son la causa de la aversión a las letras”, afirmaba. Si el centro es el alumno, el maestro debe estudiarlo y conocerlo para darle una respuesta adecuada a sus necesidades y exigencias personales. El maestro no solo debe instruir sino, sobre todo, formar.

Comenio es un precursor de la educación permanente y de la ciudad educadora, pues afirmaba que la educación debe comenzar en el vientre materno y terminar solo con la muerte (Pampedia) y que el mundo es una escuela para aprender toda la vida.

Para Comenio, el arte de enseñar debe seguir las normas de la naturaleza, y expone, en su didáctica magna varios fundamentos que ofrece la naturaleza para orientar el proceso de enseñanza.

La corriente naturalista desarrollista tiene como centro y eje de la educación al estudiante y el desenvolvimiento de sus capacidades y potencialidades interiores. La función de la escuela es propiciar espacios y ambientes adecuados, propicios y flexibles para que el estudiante despliegue todo su potencial interior, que posee por naturaleza, y se proteja de los condicionamientos externos que puedan violentar su espontaneidad y su capacidad de desarrollarse.

El maestro es un auxiliar o facilitador del proceso. Los contenidos de aprendizaje son los que el estudiante necesite y solicite, porque él no requiere ser programado, ni condicionado, sino respetado y apoyado en su desarrollo, en su curiosidad, en su sensibilidad, en su creatividad.

2.2 Corriente de escuela nueva o activista

Hace énfasis en la acción y en la experimentación por parte del sujeto. Se nutre de la revolución francesa, del Darwinismo y de la psicología de la Gestalt. La revolución francesa derrumbó el feudalismo y planteó una concepción humana y de Estado. Proclamó los derechos humanos y el respeto por la libertad y por el individuo. Darwin desarrolló su teoría de la selección natural de las especies según la cual sólo sobrevivirán aquellas que logren adaptarse. De ahí que la pasividad de la especie sea castigada con la desaparición. La Gestalt propone el carácter global del aprendizaje.

La escuela nueva es una reacción contra el transmisionismo tradicional. Sus exponentes son: Dewey en USA; Claparede en Suiza; Freinet en Francia; Decroly en Bélgica; Montessori en Italia; Agustín Nieto Caballero en Colombia.

La escuela nueva defiende la acción como condición y garantía para que ocurra el aprendizaje. Se aprende haciendo, manipulando, experimentando. La manipulación de los objetos garantiza la formación de los conceptos. De ahí la importancia de la experiencia. Por lo tanto, el estudiante es el actor fundamental del proceso y los programas y los métodos tienen que partir de sus necesidades e intereses. Los contenidos deben girar en torno a la naturaleza, la vida, la cotidianidad, lo circunstancial. Deben estar organizados de lo simple a lo complejo y de lo concreto a lo abstracto.

El fin de la escuela es preparar para la vida y permitir al estudiante que piense y actúe a su manera favoreciendo el desarrollo espontáneo, la experimentación, la libertad y la autonomía. La escuela debe convertirse en un pequeño mundo real, con funciones de homogeneización cultural para la formación de ciudadanos ilustrados.

2.3 Corriente cognitiva constructivista conceptual

Hace énfasis en el desarrollo del pensamiento y en la creatividad. Surge como corriente epistemológica que busca comprender los problemas del conocimiento del ser humano. Y parte de un planteamiento fundamental: los seres humanos son producto de su capacidad para adquirir conocimientos y para reflexionar sobre sí mismos y sobre la realidad, lo que les ha permitido explicar, interpretar, comprender y controlar la naturaleza y construir cultura. La escuela juega un papel central en la promoción del pensamiento, las habilidades y los valores.

El principal cambio de la escuela es reconocer que su propósito no puede seguir siendo la transmisión de información y de conocimientos. El individuo de hoy y de mañana necesita pensar para realizar inferencias deductivas e inductivas, para tener criterios de interpretación, para manejar instrumentos para la convivencia, la solidaridad, la comprensión, el uso del tiempo libre. La escuela debe ser un espacio para pensar y para desarrollar competencias, conocer los pilares conceptuales fundamentales y las estructuras y categorías básicas de cada ciencia y las relaciones entre ellas, no para transmitir contenidos. Antes que conocimientos específicos y particulares, es fundamental la asimilación de conceptos generales y abstractos y estructurar un sistema de valores. Al igual que el desarrollo del lenguaje y la capacidad de leer y expresar por

escrito el pensamiento. La escuela debe, igualmente, centrar la reflexión y la acción en el aprendizaje y no en la enseñanza.

El conocimiento no se recibe pasivamente sino que se construye activamente por el sujeto que conoce. Esta corriente tiene al menos cuatro variables, de acuerdo con autores o énfasis en el proceso de conocimiento:

a) Variable sicogenética: (Piaget, Dewey), enfatiza el funcionamiento y el contenido de la mente del sujeto que conoce. El individuo logra, progresiva y secuencialmente, etapas superiores de desarrollo intelectual según sus necesidades y condiciones específicas. La escuela debe brindar un ambiente estimulante de experiencias, antes que contenidos, para que el individuo desarrolle su capacidad de pensar, de reflexionar y logre estructurar su conocimiento.

b) Variable socio cultural: (Vigotsky) da más importancia a la interacción, al debate, a la argumentación, al lenguaje. El conocimiento no es una fiel copia de la realidad sino una construcción del ser humano que ocurre en la interacción con otros, con el medio y con la cultura, mediado por el lenguaje como herramienta fundamental.

c) Variable aprendizaje por descubrimiento (Bruner) Esta variable hace énfasis en los contenidos y en las estructuras básicas de las disciplinas. Propone enseñar al estudiante como si fuera un aprendiz de científico, que descubre a medida que experimenta. La evaluación se convierte en un proceso formativo.

d) Variable aprendizaje significativo. (Ausubel, Novak y otros). Propone la creación de estructuras de conocimiento a partir de la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas o experiencias previas del que aprende. Es función del docente presentar dichas estructuras previas con todas sus relaciones para que el estudiante no esté aprendiendo partes o "atando cabos sueltos". De ahí la importancia que tienen los mapas conceptuales, aspecto que ya Leonardo Da Vinci había esbozado muchos años antes como mapas mentales. Además, el docente debe conocer y comprender los procesos motivacionales y afectivos del estudiante y estimularlos. El aprendizaje, además de significativo, debe tener sentido para el sujeto que aprende. El sentido tiene que ver con factores afectivos y de motivación, sin los cuales no tienen sentido los contenidos [7].

2.4 Corriente crítico social

Propone el máximo desarrollo de las potencialidades del estudiante y el trabajo cooperativo en el escenario social, ya que las actividades en grupo estimulan la crítica y ayudan a refinar la comprensión y a comprometerse con la solución de los problemas. Reconoce la influencia de la sociedad en el desarrollo.

Los contenidos y problemas del plan de estudios son tomados de la realidad, no de manera ficticia o académica. La situación problemática se trabaja de manera integrada con el contexto y con la realidad. No se aísla para llevarla al laboratorio. Se busca la interpretación y la comprensión de los problemas sin ceñirse a textos o a autoridad alguna. El conocimiento y el aprendizaje son construcciones sociales en las que las ideas individuales evolucionan gracias a las ideas y a las actividades grupales. El maestro ayuda en la graduación de los problemas.

La evaluación es dinámica, de procesos, de potencialidades, no de productos y está ligada a la enseñanza. Son importantes la autoevaluación y la coevaluación como motores del aprendizaje. El docente acompaña el proceso, previo conocimiento del estudiante [8].

3. Trabajo de campo

Para realizar un diagnóstico de la realidad acerca del nivel de la enseñanza-aprendizaje actual del tema de energías renovables que tienen como fuente primaria el Sol en los colegios de Colombia, se diseñaron unas preguntas acerca del aprendizaje del tema para ser respondidas por los estudiantes de ciclo IV de básica media y otras preguntas relacionadas con la enseñanza se les hicieron a los profesores. Estas preguntas se aplicaron en diferentes colegios del sector público (distritales en Bogotá D.C jornada diurna y nocturna, departamentales Cundinamarca y Huila) e instituciones privadas en Bogotá D.C, también las respondieron algunos estudiantes de primer semestre de Universidad pública en Bogotá D.C. Las edades de los estudiantes de colegio que respondieron las preguntas estuvieron entre 13 y 17 años.

En total se aplicaron 270 encuestas a estudiantes (básica secundaria y primer semestre de universidad) y 30 encuestas a profesores de Biología, Química y Física de octavo y noveno de enseñanza básica. Las preguntas realizadas a estudiantes y a profesores se presentan en la Figura 1. En la Tabla 1 se muestran el número de encuestas realizadas en colegios públicos (distritales y departamentales), privados y universidad.

Fig. 1: Preguntas realizadas a a) estudiantes y b) profesores.

¿QUÉ SABEMOS SOBRE LAS ENERGIAS RENOVABLES?	QUÉ ENSEÑAMOS SOBRE LAS ENERGIAS RENOVABLES?
<p>INSTITUCION EDUCATIVA _____</p> <p>GRADO _____ EDAD _____</p> <p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p> <p>1. Qué son las energías renovables?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2. En su institución educativa le han enseñado o le enseñan temas acerca de las energías renovables y sus aplicaciones? si le han enseñado, considera usted que el nivel de profundidad de enseñanza es suficiente para conocer ampliamente el tema?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>3. En su institución educativa le han enseñado de qué manera se aprovecha la energía solar? Si sabe, dé algunos ejemplos.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>4. Conoce algunos dispositivos que aprovechen la energía del Sol? Si los conoce, dé algunos ejemplos?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5. Le gustaría que le enseñaran los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>a)</p>	<p>INSTITUCION EDUCATIVA _____</p> <p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p> <p>1. Enseña usted sobre las energías renovables? Si su respuesta es afirmativa, en qué grado y asignatura aborda este tema?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2. Si ha enseñado acerca de energías renovables, qué temas enseña en su clase y qué porcentaje de horas, dentro de su clase, dedica a estos temas?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>3. Enseña usted de qué manera se aprovecha la energía solar? Si enseña, dé algunos ejemplos.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>4. Qué dispositivos que aprovechan la energía del Sol usted enseña? Mencíelos.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5. Usted enseña los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos? Si su respuesta es afirmativa enúncielos.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>b)</p>

Tabla 1: Número de encuestas realizadas a estudiantes y docentes.

INSTITUCION	PÚBLICA DISTRITAL	PÚBLICA DEPARTAMENTAL	PRIVADA	UNIVERSITARIA PÚBLICA	TOTAL
ESTUDIANTES	90	90	60	30	270
DOCENTES	9	9	9	3	30
TOTAL	99	99	69	33	

3.1 Resultados y análisis del sondeo de preguntas

Se encontró que en general a los estudiantes no se les enseña acerca del tema de energías renovables que tienen como fuente primaria el Sol y sus aplicaciones; además aunque en general los docentes reconocen que el tema es importante no lo enseñan y su grado de conocimiento acerca del tema es muy superficial y a veces erróneo, lo que explica que este tipo de energías no se difundan para su conocimiento y uso, y por lo tanto no se vean claramente como una alternativa de solución para minimizar la problemática ambiental actual y la futura crisis de las fuentes de energía convencionales. Generalmente (en un 94% de las respuestas, aproximadamente) los estudiantes a las preguntas 1, 2, 3 y 4 contestaron en forma negativa y en la pregunta 5 del cuestionario manifestaron que sí les gustaría conocer acerca del tema. Los profesores en su mayoría también contestaron en forma negativa a las preguntas aunque reconocen en la última pregunta la importancia del tema. El sondeo evidencia que en la enseñanza de Ciencias Naturales de los colegios el tema de energías renovables no se aborda a nivel institucional con la profundidad e importancia que este requiere, posiblemente debido al desconocimiento por parte del docente o porque no está considerado como tema primordial que responda al Proyecto Educativo Institucional. También, al leer las respuestas se observa que no hay diferencias significativas entre las dadas por estudiantes de diferentes tipos de institución (pública distrital, pública departamental, privada y universitaria pública), lo mismo ocurre con las respuestas de los docentes. En las Figuras 2 y 3 se muestra un ejemplo de respuestas más comunes dada por los estudiantes y profesores a las preguntas realizadas mostradas anteriormente (ver Figura 1).

Fig. 2: Respuestas típicas de estudiantes de instituciones a) pública distrital, b) pública departamental c) privada y d) universitaria pública, al cuestionario de la Fig.1 a).

¿QUÉ SABEMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?	¿QUÉ SABEMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?
GRADO <u>10^a</u> EDAD <u>16</u>	NOMBRE _____ EDAD <u>13</u> GRADO <u>8^o</u>
Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.	Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.
<p>1. Qué son las energías renovables?</p> <p><u>no se</u></p>	<p>1. Qué son las energías renovables?</p> <p><u>son las energías que tienen vida</u></p>
<p>2. En su institución educativa le han enseñado o le enseñan temas acerca de las energías renovables y sus aplicaciones? si le han enseñado, considera usted que el nivel de profundidad de enseñanza es suficiente para conocer ampliamente el tema?</p> <p><u>No nos han enseñado ese tema</u></p>	<p>2. En su institución educativa le han enseñado o le enseñan temas acerca de las energías renovables y sus aplicaciones? si le han enseñado, considera usted que el nivel de profundidad de enseñanza es suficiente para conocer ampliamente el tema?</p> <p><u>NO NOS HAN ENSEÑADO NADA DE ESO</u></p>
<p>3. En su institución educativa le han enseñado de qué manera se aprovecha la energía solar? Si sabe, dé algunos ejemplos.</p> <p><u>No se</u></p>	<p>3. En su institución educativa le han enseñado de qué manera se aprovecha la energía solar? Si sabe, dé algunos ejemplos.</p> <p><u>NO</u></p>
<p>4. Conoce algunos dispositivos que aprovechen la energía del Sol? Si los conoce, dé algunos ejemplos?</p> <p><u>No se</u></p>	<p>4. Conoce algunos dispositivos que aprovechen la energía del Sol? Si los conoce, dé algunos ejemplos?</p> <p><u>NO</u></p>
<p>5. Le gustaría que le enseñaran los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos?</p> <p><u>Si para saber del tema</u></p>	<p>5. Le gustaría que le enseñaran los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos?</p> <p><u>SI POR QUE HAY PODIA FABRICAR DISPOSITIVOS</u></p>
a)	b)

¿QUÉ SABEMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?

GRADO 9º EDAD 15

Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.

1. Qué son las energías renovables?
No se
2. En su institución educativa le han enseñado o le enseñan temas acerca de las energías renovables y sus aplicaciones? si le han enseñado, considera usted que el nivel de profundidad de enseñanza es suficiente para conocer ampliamente el tema?
No me han enseñado en mi institución nada sobre energía renovable
3. En su institución educativa le han enseñado de qué manera se aprovecha la energía solar? Si sabe, dé algunos ejemplos.
NO
4. Conoce algunos dispositivos que aprovechen la energía del Sol? Si los conoce, dé algunos ejemplos?
NO
5. Le gustaría que le enseñaran los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos?
Si me gustaría que me enseñaran para conocer de todo un poco

c)

¿QUÉ SABEMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?

Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.

1. Qué son las energías renovables?
No se
2. En la institución educativa donde estudió el bachillerato le enseñaron temas acerca de las energías renovables y sus aplicaciones? si le enseñaron, considera usted que el nivel de profundidad de enseñanza es suficiente para conocer ampliamente el tema?
No
3. En la institución educativa donde estudió le enseñaron de qué manera se aprovecha la energía solar? Si lo hicieron, dé algunos ejemplos.
No
4. Conoce algunos dispositivos que aprovechen la energía del Sol? Si los conoce, dé algunos ejemplos?
Cilda solar
5. Le gustaría que le hubieran enseñado los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos?
Si

d)

Fig. 3: Respuestas típicas de docentes de instituciones a) pública distrital, b) pública departamental c) privada y d) universitaria pública, al cuestionario de la Fig.1 b).

QUÉ ENSEÑAMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?	QUÉ ENSEÑAMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?
<p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p> <p>1. Enseña usted sobre las energías renovables? Si su respuesta es afirmativa, en qué grado y asignatura aborda este tema? <u>No enseño este tema porque lo desconozco</u></p> <p>2. Si ha enseñado acerca de energías renovables, qué temas enseña en su clase y qué porcentaje de horas, dentro de su clase, dedica a estos temas? <u>no</u></p> <p>3. Enseña usted de qué manera se aprovecha la energía solar? Si enseña, dé algunos ejemplos. <u>no</u></p> <p>4. Qué dispositivos que aprovechan la energía del Sol usted enseña? Menciónelos. <u>Ninguno.</u></p> <p>5. Usted enseña los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos? Si su respuesta es afirmativa enúncielos. <u>los desconozco.</u></p> <p>6. Considera que se le da la importancia y profundidad suficiente al proceso enseñanza-aprendizaje que requieren estos temas? Explique su respuesta. <u>no sería importante tenerlo en cuenta para enseñarlos a los docentes y así poderlos transmitir.</u></p>	<p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p> <p>1. Enseña usted sobre las energías renovables? Si su respuesta es afirmativa, en qué grado y asignatura aborda este tema? <u>No la he enseñado ni me ha tocado enseñarla</u></p> <p>2. Si ha enseñado acerca de energías renovables, qué temas enseña en su clase y qué porcentaje de horas, dentro de su clase, dedica a estos temas? <u>No</u></p> <p>3. Enseña usted de qué manera se aprovecha la energía solar? Si enseña, dé algunos ejemplos. <u>NO</u></p> <p>4. Qué dispositivos que aprovechan la energía del Sol usted enseña? Menciónelos. <u>NO</u></p> <p>5. Usted enseña los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos? Si su respuesta es afirmativa enúncielos. <u>No</u></p> <p>6. Considera que se le da la importancia y profundidad suficiente al proceso enseñanza-aprendizaje que requieren estos temas? Explique su respuesta. <u>No</u></p>
a)	b)

<p>QUÉ ENSEÑAMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?</p>	<p>QUÉ ENSEÑAMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?</p>
<p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p> <p>1. Enseña usted sobre las energías renovables? Si su respuesta es afirmativa, en qué grado y asignatura aborda este tema? <u>No</u></p> <p>2. Si ha enseñado acerca de energías renovables, qué temas enseña en su clase y qué porcentaje de horas, dentro de su clase, dedica a estos temas? <u>No</u></p> <p>3. Enseña usted de qué manera se aprovecha la energía solar? Si enseña, dé algunos ejemplos. <u>No</u></p> <p>4. Qué dispositivos que aprovechan la energía del Sol usted enseña? Menciónelos. <u>La calculadora</u></p> <p>5. Usted enseña los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos? Si su respuesta es afirmativa enúncielos. <u>No</u></p> <p>6. Considera que se le da la importancia y profundidad suficiente al proceso enseñanza-aprendizaje que requieren estos temas? Explique su respuesta. <u>No</u></p> <p>c)</p>	<p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p> <p>1. Enseña usted sobre las energías renovables? Si su respuesta es afirmativa, en qué grado y asignatura aborda este tema? <u>No está en el programa de la asignatura</u></p> <p>2. Si ha enseñado acerca de energías renovables, qué temas enseña en su clase y qué porcentaje de horas, dentro de su clase, dedica a estos temas? <u>No aplica</u></p> <p>3. Enseña usted de qué manera se aprovecha la energía solar? Si enseña, dé algunos ejemplos. <u>Si, fotoceldas y calentamiento de agua</u></p> <p>4. Qué dispositivos que aprovechan la energía del Sol usted enseña? Menciónelos. <u>Fotoceldas</u></p> <p>5. Usted enseña los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos? Si su respuesta es afirmativa enúncielos. <u>No</u></p> <p>6. Considera que se le da la importancia y profundidad suficiente al proceso enseñanza-aprendizaje que requieren estos temas? Explique su respuesta. <u>No, creo que no está en los planes de estudio de la educación secundaria y en la Universidad está en otras asignaturas que no dicto, pero si se trabaja.</u></p> <p>d)</p>

En muy pocas respuestas de los estudiantes (6% aproximadamente) se evidencia que en las instituciones educativas se enseñe el tema de energías renovables, y lo que manifiestan los estudiantes es que el tema se enseñó de forma superficial, en algunos de estos casos los estudiantes manifiestan saber del tema pero sus respuestas no son correctas (no diferencian las energías renovables de las no renovables o toman las celdas solares ubicadas en diferentes lugares como dispositivos diferentes). Los docentes reconocen que es importante enseñar el tema y se le debería dar una mayor profundidad, pero aducen que existe limitación de tiempo para abordarlo o que se enseña el concepto de energía pero no se profundiza en energías renovables. En la Figura 4 se

presentan algunas respuestas dadas por estudiantes y profesores en las cuales ellos responden que sí se les enseña o enseñan el tema.

Fig. 4: Respuestas típicas dadas en menor porcentaje de a) estudiantes y b) profesores a las preguntas de los sondeos de la Fig.1.

¿QUÉ SABEMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?	QUÉ ENSEÑAMOS SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES?
<p>EDAD <u>14</u></p>	<p>Ciencias naturales ciclo III y IV</p>
<p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p>	<p>Lea atentamente y responda de manera sincera cada una de las preguntas.</p>
<p>1. Qué son las energías renovables? <u>son aquellas que las podemos reciclar</u></p>	<p>1. Enseña usted sobre las energías renovables? Si su respuesta es afirmativa, en qué grado y asignatura aborda este tema? <u>No como un tema puntual sino como las clases de energía. Se trabaja en grado sexto, como el área es de Ciencias naturales se aborda en ella.</u></p>
<p>2. En su institución educativa le han enseñado o le enseñan temas acerca de las energías renovables y sus aplicaciones? si le han enseñado, considera usted que el nivel de profundidad de enseñanza es suficiente para conocer ampliamente el tema? <u>nos dieron a conocer energías renovables sobre que era pero no lo suficientemente</u></p>	<p>2. Si ha enseñado acerca de energías renovables, qué temas enseña en su clase y qué porcentaje de horas, dentro de su clase, dedica a estos temas? <u>El tema solo da para 4 horas de clase pues se aborda de manera general.</u></p>
<p>3. En su institución educativa le han enseñado de qué manera se aprovecha la energía solar? Si sabe, dé algunos ejemplos. <u>Sobre como llega a la casa, como se debe utilizar, los paneles</u></p>	<p>3. Enseña usted de qué manera se aprovecha la energía solar? Si enseña, dé algunos ejemplos. <u>Pues solo desde la fotosíntesis en biología y de manera interdisciplinaria con tecnología y los kits que traen este tema.</u></p>
<p>4. Conoce algunos dispositivos que aprovechen la energía del Sol? Si los conoce, dé algunos ejemplos? <u>los paneles</u></p>	<p>4. Qué dispositivos que aprovechan la energía del Sol usted enseña? Menciónelos. <u>Solo los paneles solares.</u></p>
<p>5. Le gustaría que le enseñaran los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos? <u>Sí me gustaría para ayudar el medio ambiente.</u></p>	<p>5. Usted enseña los avances tecnológicos más importantes que usan la energía solar para fabricar dispositivos? Si su respuesta es afirmativa enúncielos. <u>Paneles, fotoceldas.</u></p>
<p>a)</p>	<p>b)</p>

Con base en los resultados anteriores se hace evidente que es necesario capacitar a los docentes del nivel básico secundario para enseñar del tema de energías renovables y que las directivas de las instituciones educativas tomen conciencia de la importancia de este tema y lo introduzcan en su Proyecto Educativo para dar un mayor apoyo a docentes y estudiantes, lo que generará un mejor futuro para la sociedad colombiana.

En este trabajo se realiza una propuesta de enseñanza, para estudiantes de ciclo IV básica secundaria, que promueva el conocimiento y uso de las energías renovables que tienen como fuente primaria el Sol, con la profundidad e importancia que realmente tiene este tema en la actualidad y en el futuro. Esta propuesta constituye un aporte a los docentes y estudiantes de Ciencias Naturales y Medio Ambiente, promoviendo la interdisciplinariedad, que esperamos les sea de utilidad para enseñar y aprender el tema de las energías renovables.

4. Propuesta para la enseñanza de las energías renovables que tienen como fuente primaria el sol y su uso, para estudiantes de ciclo IV Básica Secundaria

Al revisar los estándares curriculares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, donde se establecen las competencias de ciencia, tecnología y sociedad que el estudiante de grado octavo y noveno debe desarrollar y la importancia que estos estándares básicos tienen para aprovechar la energía, se encuentran entre otras competencias [9].

- el análisis del potencial de los recursos naturales del entorno para la obtención de energía e indicar sus posibles usos. Identificar recursos renovables y no renovables y los peligros a los que están expuestos debido al desarrollo de los grupos humanos.
- Indagar sobre los adelantos científicos y tecnológicos que han hecho posible la exploración del universo

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta los resultados previamente mostrados del sondeo de preguntas realizado a estudiantes y profesores proponemos la enseñanza del siguiente contenido dentro del programa establecido para la asignatura de Ciencias Naturales y Medioambiente de ciclo IV, el cual además permite realizar una integración desde las asignaturas de Biología, Física y Química:

1. La energía. Tipos de energía
2. Energías renovables
 - 2.1. Energía solar
 - 2.1.1 Importancia de la energía solar para la vida en la Tierra: la fotosíntesis
 - 2.2 Otras energías renovables

- 2.2.1 Eólica
- 2.2.2 Geotérmica
- 2.2.3 Biomasa
- 2.2.4 Hidropotencia
- 2.3 Uso de los recursos renovables a nivel mundial
- 3. Dispositivos que usan la energía solar para beneficio de la humanidad
 - 3.1 Funcionamiento básico de una celda solar
 - 3.2 Aprovechamiento de la energía solar en otros dispositivos
 - 3.2.1 Cocinas solares
 - 3.2.2 Deshidratador solar de frutas y hortalizas
 - 3.2.3 Sistema de calefacción por el Muro Trombe
 - 3.2.4 Chimenea solar
 - 3.2.5 Calentador solar de agua
 - 3.3 Avances tecnológicos en la fabricación de dispositivos que usan la energía solar para su funcionamiento
 - 3.3.1 Dispositivos fotovoltaicos
 - 3.3.2 Otros dispositivos que usan la energía solar para su funcionamiento

La metodología a usar por parte del docente para desarrollar el contenido propuesto puede ser muy diversa, teniendo en cuenta la autonomía, el propósito pedagógico como orientador y facilitador del aprendizaje fomentando en los estudiantes la investigación e innovación. El docente puede incorporar la propuesta en su plan de enseñanza adecuándola a sus necesidades, recursos didácticos, infraestructura física y disposición de tiempo.

Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, estudiantes y docente son agentes activos: el docente, partiendo del conocimiento y de la experiencia pedagógica, escoge el método de enseñanza más adecuado para conseguir un aprendizaje significativo en sus estudiantes usando diversas ayudas didácticas como: videos, consultas por Internet, lecturas, visitas a lugares donde se observen dispositivos que usan la energía solar, construcción de modelos, debates, entre otros; los estudiantes deben construir el conocimiento a partir de los conceptos básicos, reconociendo el impacto de la energía solar para la vida en la preservación de la naturaleza y de la humanidad como motivación para aprender acerca de los recursos renovables.

El valor pedagógico y social de esta propuesta se centra en concienciar a los docentes y estudiantes acerca de la función y el impacto de la energía solar en la vida cotidiana, buscar alternativas para el ahorro energético como solución a la futura crisis de energías no renovables y generar desde el ámbito escolar hacia la comunidad, a partir del aprendizaje de los estudiantes, una cultura de uso de energías renovables como la energía solar.

A continuación profundizamos en los contenidos de cada uno de los temas propuestos:

1. LA ENERGÍA

En la vida diaria se observa que las plantas crecen, los animales se trasladan y las máquinas y herramientas realizan las más variadas tareas. Todas estas actividades tienen en común que requieren de energía. La energía está asociada a la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza [10]. Por ejemplo, al elevar un objeto, transportarlo, deformarlo o calentarlo. La energía está presente también en los cambios químicos, como al quemar un trozo de madera o en la descomposición de agua mediante la corriente eléctrica. La energía puede manifestarse de diferentes maneras en el Universo: en forma de movimiento (cinética), de posición (potencial), de calor, de electricidad, de radiaciones electromagnéticas, etc. Según sea el proceso, la energía se denomina mecánica, eléctrica, magnética, térmica, lumínica, química y nuclear. La energía mecánica puede ser de dos tipos: energía cinética (la posee un objeto por el hecho de moverse) y energía potencial (gravitatoria y elástica, en virtud de encontrarse el objeto desplazado de su posición de equilibrio). La energía eléctrica se presenta cuando hay cargas eléctricas y tienen el potencial de realizar un trabajo. La energía magnética se presenta en campos magnéticos generados por corrientes eléctricas o por materiales magnéticos. La energía térmica se presenta en forma de calor; la lumínica proviene de los fotones (cuantos de luz) e interactúa con la materia, la química se genera en procesos de combustión en reacciones químicas, y la nuclear se genera en procesos de combinación y transformación de núcleos de los átomos y partículas sub-atómicas (procesos de fisión y fusión nuclear).

La energía se encuentra en constante transformación, pasando de unas formas a otras, y cuando la energía cambia de una forma a otra su cantidad total permanece igual, esto es

se conserva. Por ejemplo, en un volcán la energía interna de las rocas fundidas puede transformarse en energía térmica produciendo gran cantidad de calor, las piedras lanzadas al aire y la lava en movimiento poseen energía mecánica, además se produce combustión de muchos materiales asociado a energía química [11].

2. ENERGÍAS RENOVABLES

La energía renovable es la energía que se obtiene de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen estas fuentes, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se encuentran la solar, eólica, geotérmica, biomasa y la hidropotencia [12].

2.1 ENERGÍA SOLAR

En el Sol la energía es de tipo nuclear: los átomos de Hidrógeno se fusionan para formar Helio. En el centro del Sol la gravedad ejerce fuerza sobre la masa de este hacia el interior y crea una presión intensa. Esta presión es lo suficientemente alta como para forzar a la fusión de las masas atómicas. La energía generada en el proceso de fusión se irradia a la fotosfera, donde se emite la radiación solar al espacio, llegando a la Tierra. En la fotosfera, se localizan zonas frescas llamadas manchas solares, las erupciones que se producen en la fotosfera son las llamaradas solares compuestas de gas, electrones y radiación.

Durante mucho tiempo la humanidad y los seres vivos han aprovechado la energía solar, no sólo como una opción energética sino como fuente de vida, sin el Sol no existiría la vida en la Tierra. Los organismos necesitan de alimentos, y su producción depende de la energía solar, indispensable para que se lleven a cabo las reacciones de la fotosíntesis. El Sol envía a la Tierra mucha más energía que la que consumen los humanos, por lo que se puede decir que la fuente de energía solar es inagotable y lo mejor es que también es limpia. Aunque los investigadores han ideado algunas formas de aprovechar la energía solar, un muy poco porcentaje (cerca del 1%) de la energía que se consume en la Tierra proviene del Sol.

La energía solar se aprovecha en colectores térmicos, y para generar electricidad, entre otros. En cuanto a los sistemas de aprovechamiento térmico, estos sirven para satisfacer la necesidad de obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial. También

para la refrigeración durante las épocas cálidas, precisamente cuando hay más radiación solar, porque para obtener frío hace falta disponer de una “fuente cálida”, la cual puede tener su origen en colectores solares instalados en las edificaciones; en algunos países ya funcionan muchos acondicionadores de aire que utilizan eficazmente la energía solar. Las aplicaciones agrícolas son muy amplias: con invernaderos solares pueden obtenerse mayores y más tempranas cosechas; los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar. En lo que corresponde a la electricidad, las celdas solares dispuestas en módulos solares actualmente se perfilan como una solución al problema de la electrificación urbana y rural, con ventajas claras sobre otras alternativas: no necesitan de conexiones alámbricas extensas, no contaminan ni producen ruido, no consumen combustible y no necesitan prácticamente mantenimiento. La electricidad que se obtiene con las celdas solares se puede usar de manera directa, o ser almacenada en baterías para usarse en las horas nocturnas.

2.1.1 Importancia de la energía solar para la vida en la tierra: la fotosíntesis

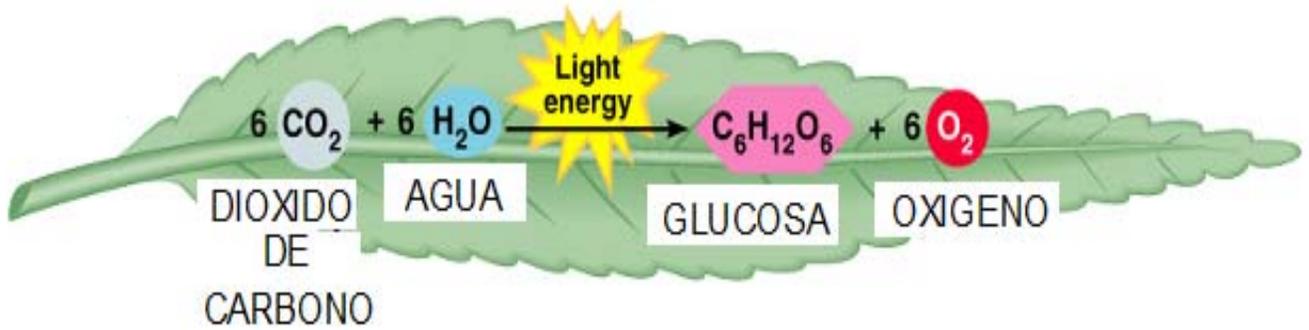
La vida en la Tierra depende de la energía del Sol, que llega a la parte superior de la atmósfera terrestre siendo también responsable del viento y del conjunto de condiciones meteorológicas, sólo una pequeña fracción de esta energía alcanza la superficie terrestre y queda a disposición de los organismos vivos. La energía solar es el único aporte que recibe el planeta en forma de luz y calor mediante las radiaciones electromagnéticas que sirven para alimentar todos los procesos biológicos que dan lugar a la vida, toda la energía consumida por la vida de la biosfera terrestre procede de la fotosíntesis [13].

La fotosíntesis es el único mecanismo de entrada de energía para la biosfera, como reacciones de oxidación que producen la energía de la que depende la vida. En la fotosíntesis participan oxidación y reducción. El proceso general es una oxidación del agua (eliminación de electrones con liberación de O_2 como subproducto) y una reducción de CO_2 para formar compuestos orgánicos como carbohidratos. [14].

Es un proceso donde la energía solar es convertida en energía química. La energía lumínica proveniente del Sol es capturada por los organismos fotosintéticos quienes a través de pigmentos capturan la energía de la luz y la utilizan para formar carbohidratos y oxígeno libre. La fotosíntesis se lleva a cabo en los cloroplastos de las hojas o tallos

jóvenes que absorben energía del Sol [15]. El proceso general de la fotosíntesis se esquematiza en la Figura. 5.

Fig. 5: Representación esquemática de la fotosíntesis [15].



En la fotosíntesis la luz del espectro visible es absorbida por la clorofila, ésta se muestra como un pigmento verde de las células fotosintéticas, el color del pigmento está dado por la longitud de onda no absorbida y por lo tanto reflejada. En la Figura. 6 se muestra un esquema de la incidencia de la luz sobre la clorofila, su absorción y transmisión.

Figura. 6: Incidencia, absorción y transmisión de la luz visible sobre la clorofila [16].

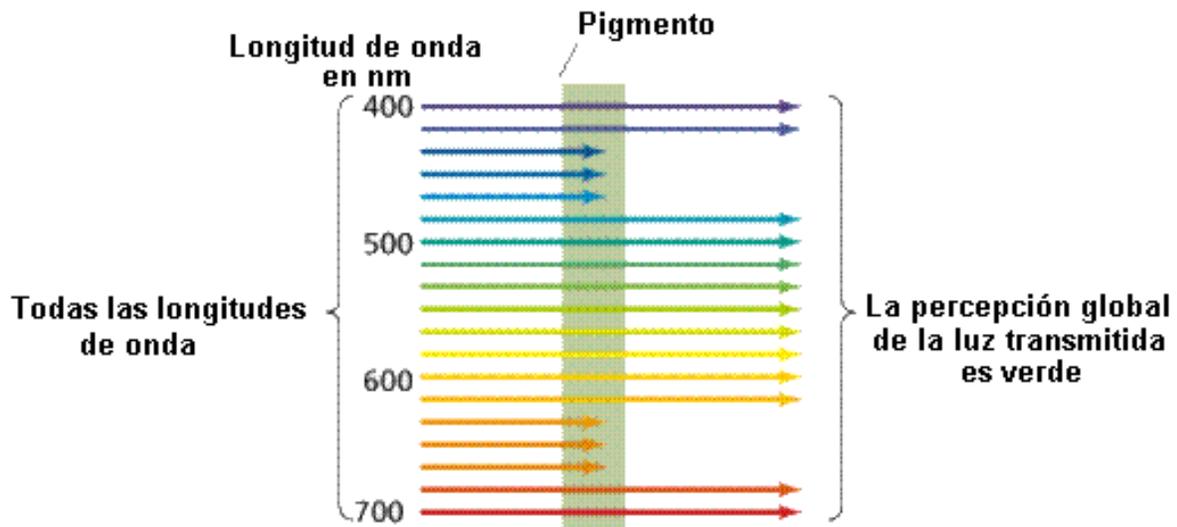
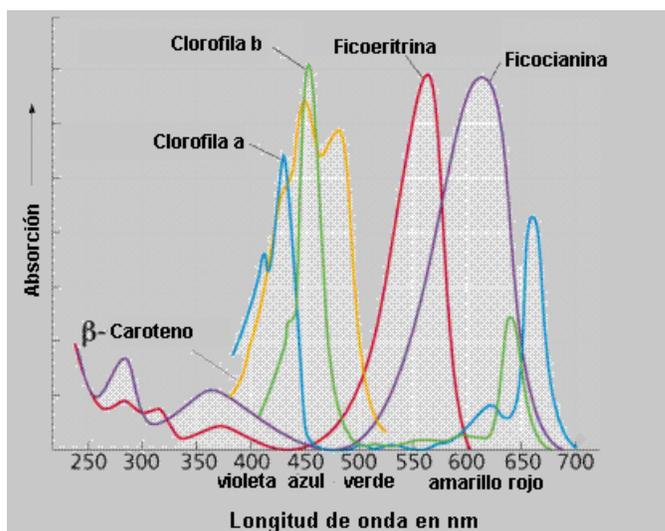


Fig. 8: Espectro de absorción de la luz solar en la fotosíntesis [16].



Fase lumínica de la fotosíntesis:

Es una fase que depende de la luz se realiza durante el día, la energía luminosa queda atrapada entre los enlaces de las moléculas de clorofila excitándola; con esa energía, las células fragmentan las moléculas de agua que hay en su interior, en sus dos componentes: hidrógeno y oxígeno. Las moléculas de oxígeno se unen en pares, para formar oxígeno, que es liberado hacia la atmósfera (O_2) y las de hidrógeno (H_2) forman un gradiente el cual es aprovechado para formar energía química (ATP) [17]. El fotón es capturado por el pigmento produciendo la excitación de un electrón el cual al ser elevado de su estado energético base, pasa a un estado excitado a través de las reacciones de óxido-reducción donde se absorbe luz solar y se transforma en energía química, la energía del electrón se convierte en ATP (adenosin trifosfato) y NADPH (nicotinamida adenina dinucleótido fosfato) en este proceso ocurre la fotólisis del agua, la que se descompone según la ecuación [18]:

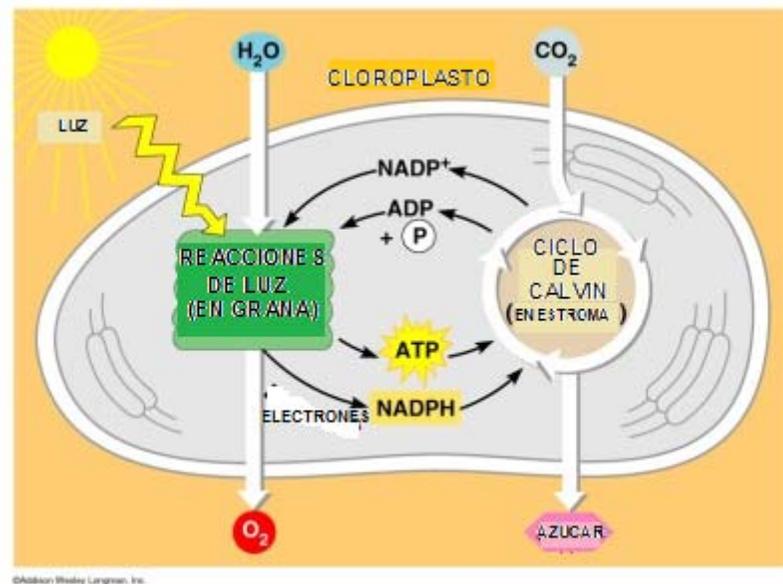


Fase no lumínica de la fotosíntesis

En las reacciones de oscuridad, el CO_2 de la atmósfera (o del agua en organismos fotosintéticos acuáticos/marinos) se captura y reduce por la adición de hidrógeno (H^+) para la formación de carbohidratos ($CH_2 O$). La incorporación del dióxido de carbono en compuestos orgánicos, se conoce como fijación o asimilación del carbono. La energía

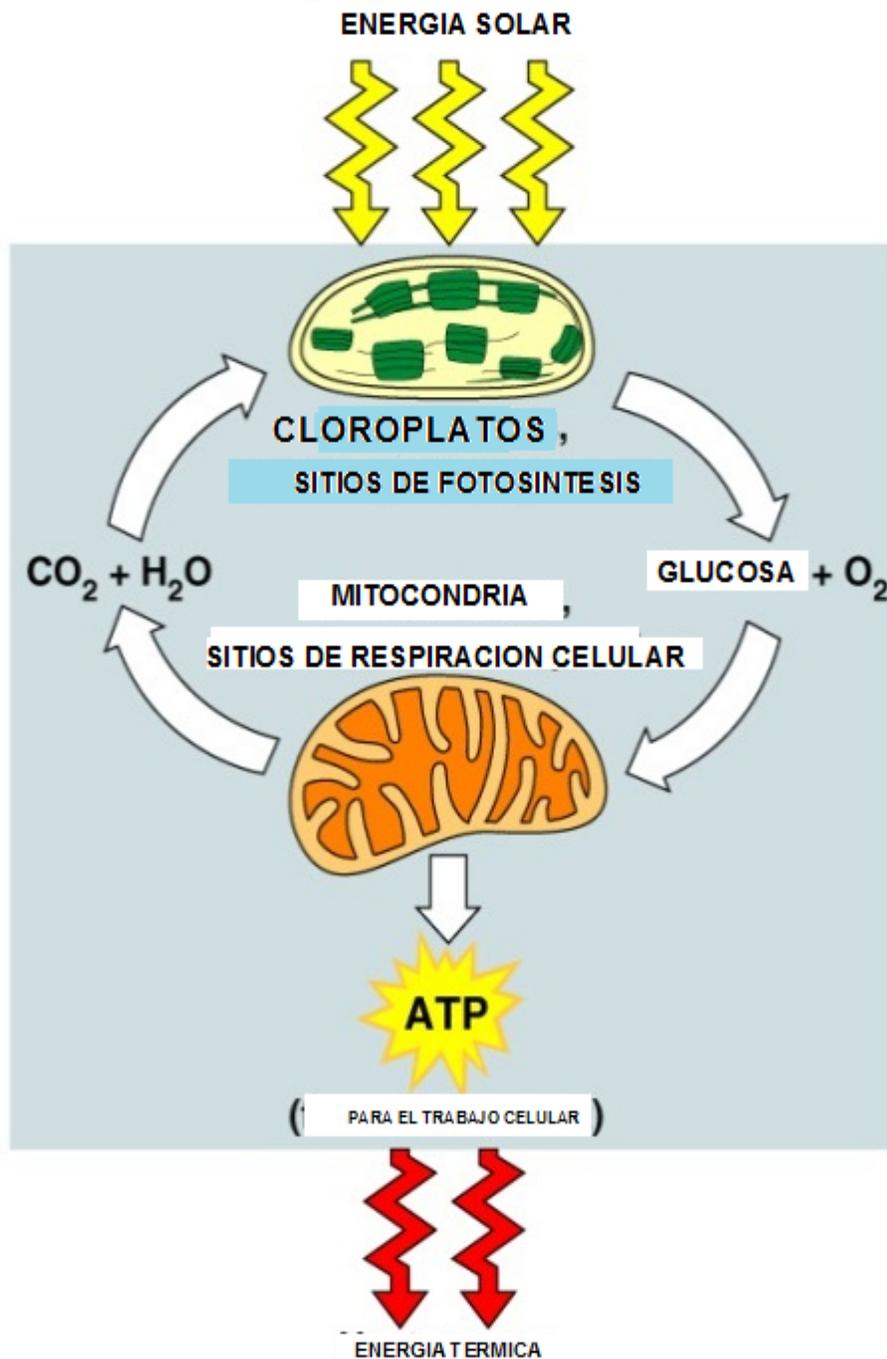
usada en el proceso proviene de la primera fase de la fotosíntesis. Los seres vivos no pueden utilizar directamente la energía luminosa, sin embargo a través de una serie de reacciones fotoquímicas la pueden almacenar en la energía de los enlaces C-C de carbohidratos, que se libera luego mediante los procesos respiratorios u otros procesos metabólicos. Las reacciones de oscuridad de la fotosíntesis ocurren en el estroma. El CO_2 es transformado en carbohidratos usando el ATP y el NADPH_2 de los tilacoides. Las reacciones de fijación o reducción del carbono, son conocidas también como reacciones de oscuridad (independientes de la luz), sin embargo dos sustancias producidas en la luz, como son el NADPH y el ATP participan en la reducción del CO_2 . [18]. En la Figura 9 se muestra un esquema de las fases de la fotosíntesis.

Fig. 9: Fases de la fotosíntesis [19].



Las plantas realizan fotosíntesis cuando hay suficiente luz, de lo contrario consumen oxígeno del exterior llevando a cabo respiración celular [19]. La fotosíntesis ocurre en los cloroplastos, mientras la respiración celular ocurre en la mitocondria como se muestra en la Figura 10.

Fig. 10: Respiración celular [19].



2.2 OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES

2.2.1 Energía eólica

La energía eólica es una forma indirecta de energía solar y es una de las principales alternativas de fuente energética renovable para la generación de electricidad. Las diferencias de presión y temperatura en la atmósfera debido a la absorción de la radiación solar, son las que ponen en movimiento los vientos. El calentamiento del aire de la atmósfera en forma desigual provoca la circulación de éste entre zonas con temperaturas distintas. Este viento produce una energía llamada eólica utilizada desde hace mucho tiempo por la humanidad en la navegación marina, en la molienda del grano y en la extracción del agua de los pozos, entre otros usos.

La energía eólica se transforma en energía eléctrica utilizando el generador eléctrico, el generador de corriente alterna (ca) se compone de un lazo de alambre que rota por medios externos en un campo magnético (ver Figura 11).

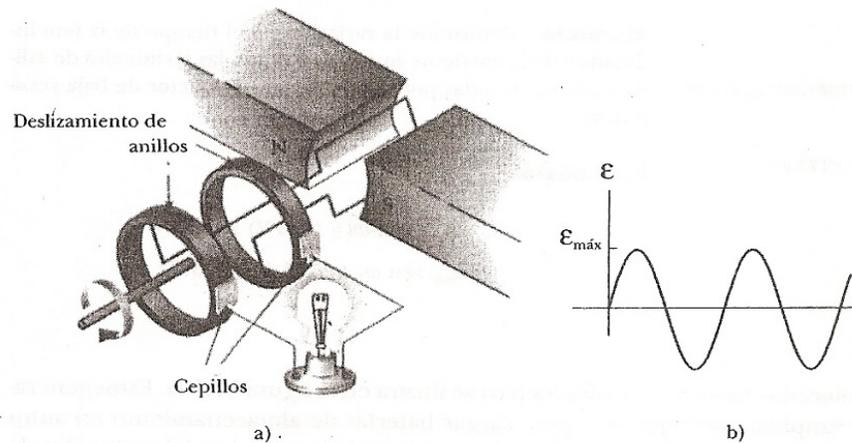


Fig. 11: Generador eléctrico: a) diagrama esquemático de un generador ca, b) gráfica de la fem alterna inducida en el lazo en función del tiempo [20].

El generador eléctrico funciona a partir del principio de la inducción electromagnética: cuando el lazo metálico gira, el flujo magnético a través de él cambia en el tiempo, induciendo una fem (fuerza electro-motriz) y una corriente eléctrica en un circuito externo. Los extremos del lazo se conectan a anillos deslizantes que rotan con el lazo. Las conexiones al circuito externo se hacen por medio de escobillas estacionarias en contacto con los anillos deslizantes [21]. La energía requerida para rotar el lazo puede

obtenerse de numerosas fuentes. Por ejemplo, en una central hidroeléctrica el agua que cae directamente sobre los álabes de una turbina produce el movimiento rotatorio del lazo o bobina de alambre; en el caso de la energía eólica, el viento es el que mueve las aspas del aerogenerador (ver Figura 12).

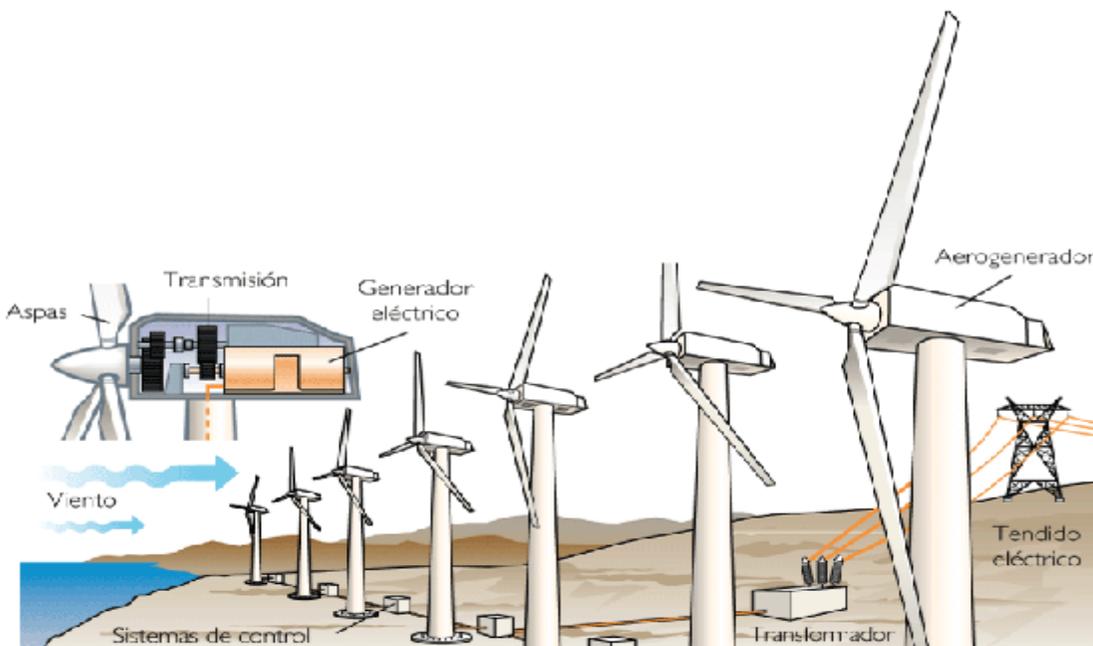


Fig. 12: Energía eólica [22].

La energía eólica está basada en aprovechar el flujo dinámico de aire de duración cambiante y con desplazamiento horizontal (ver Figura 13). La energía del viento, que es posible captar con un dispositivo eólico, es directamente proporcional a la densidad del aire, a la superficie de captación y al cubo de la velocidad del viento [21]. La energía eólica se aprovecha mediante la transformación de la energía cinética del viento en energía eléctrica a través de aerogeneradores, que utilizan una hélice para transmitir el movimiento que el viento produce en sus aspas para hacer funcionar un generador eléctrico. La aeroturbina de Lacourt (1892), precursor de los actuales aerogeneradores, es una máquina de cuatro aspas de 25 m de diámetro capaz de desarrollar entre 5 y 25 kW. Cuando una instalación eólica necesita producir electricidad para entregar a la red de distribución se agrupan varios aerogeneradores, dando lugar a los denominados parques eólicos. Para que pueda ser utilizada con cierta eficacia la energía eólica en una zona determinada, las características del viento deben cumplir una serie de condiciones

relativas a velocidad, continuidad, estabilidad entre otros. Es de gran importancia la “densidad de potencia” del viento, es decir, el valor máximo de la potencia que se quiere conseguir por cada unidad de área barrida por el viento. Por debajo de los 50 W/m^2 no tiene interés el montaje de instalaciones eólicas; y sólo por encima de los 200 W/m^2 comienzan a resultar auténticamente rentables [23].

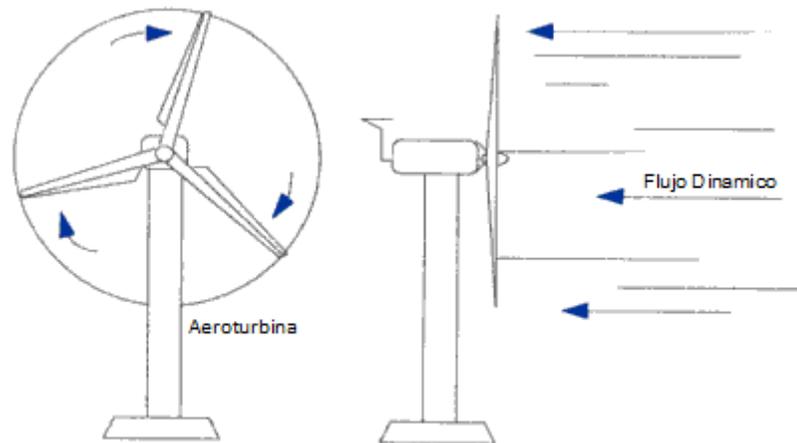
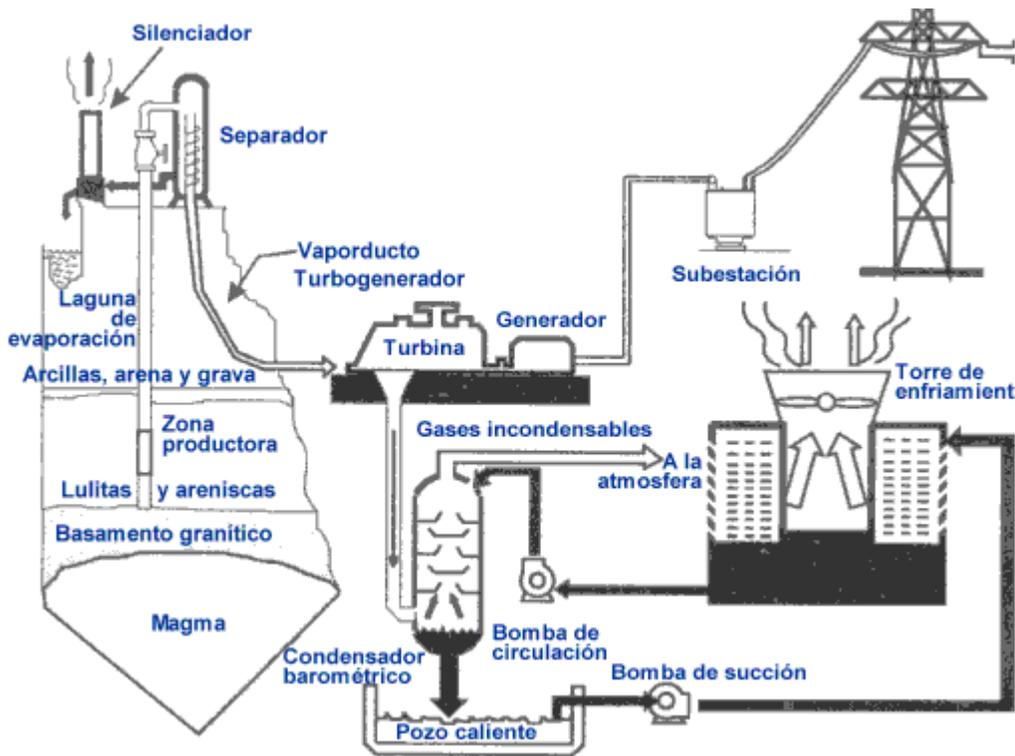


Fig. 13: Transformación eólica de la energía [22].

2.2.2 Energía geotérmica

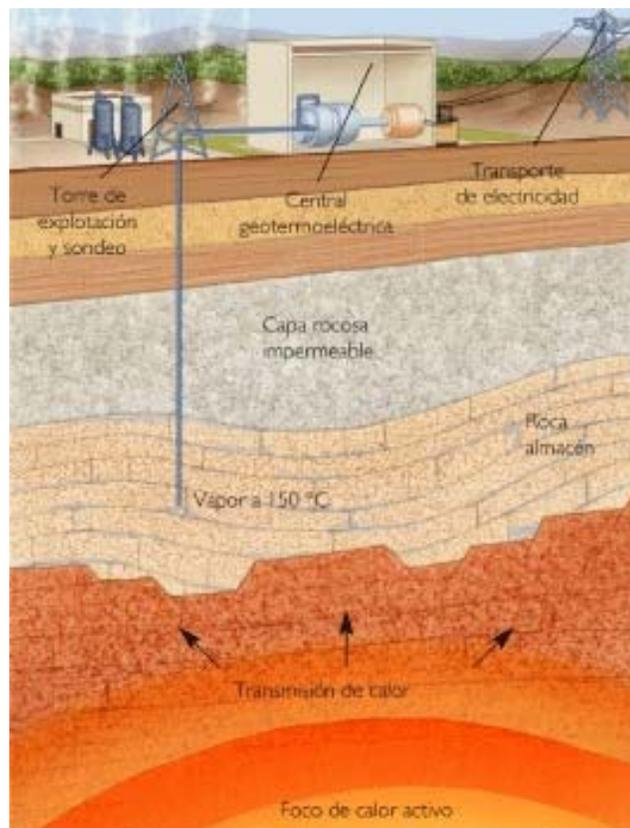
Se refiere a la energía térmica de la Tierra, la cual es una fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. Conforme se va hacia el interior de la corteza terrestre se produce un aumento gradual de temperatura, siendo ésta de un grado cada 37 m aproximadamente. Las manifestaciones más comunes de la actividad geológica son el vulcanismo y los fenómenos sísmicos. La energía térmica puede emplearse en la generación de electricidad y en otros aprovechamientos directos. El calor interno de la Tierra calienta hasta las capas de agua más profundas, al ascender, el agua caliente o el vapor producen manifestaciones, como los géiseres o las fuentes termales, utilizadas para calefacción. Por medio de los pozos específicamente perforados, las aguas subterráneas, que poseen una gran cantidad de energía térmica almacenada, se extraen a la superficie transformándose en vapor que se utiliza para hacer mover las palas de un generador eléctrico como se muestra en la Figura 14.

Fig. 14: Central geotérmica [24].



En la actualidad, los progresos en los métodos de perforación y bombeo permiten explotar la energía geotérmica en numerosos lugares del mundo. En la Figura 15 se muestra básicamente, una central geotérmica, consta de una perforación realizada en la corteza terrestre a gran profundidad. Para alcanzar una temperatura suficiente de utilización deben perforarse varios kilómetros; la temperatura aproximada a 5 km de profundidad es de unos 150 °C. Se introducen dos tubos en la perforación practicada, los cuales mantienen sus extremos en circuito cerrado en contacto directo con la fuente de calor. Por un extremo del tubo se inyecta agua fría desde la superficie, cuando llega al fondo se calienta y sube a chorro hacia la superficie a través del otro tubo, que tiene acoplada una turbina con un generador eléctrico, luego se repite el ciclo.

Fig. 15: Transformación geotérmica de la energía [25].



Los sistemas geotérmicos son considerados como los más prácticos, tanto por el rendimiento como por el mantenimiento. La única pieza móvil de estas centrales se reduce a la turbina, lo que aumenta la vida útil de todo el sistema. Otra característica ventajosa se refiere a la fuente de energía utilizada, ésta se encuentra siempre presente y suele ser prácticamente constante en el tiempo [25].

2.2.3 Biomasa

La biomasa es toda sustancia orgánica renovable de origen tanto animal como vegetal. La energía de la biomasa proviene de la energía que almacenan los seres vivos. En primer lugar, los vegetales al realizar la fotosíntesis, utilizan la energía del Sol para formar sustancias orgánicas. Después los animales incorporan y transforman esa energía al alimentarse de las plantas. Los productos de dicha transformación, que se consideran residuos, pueden ser utilizados como recurso energético.

Desde principios de la historia de la humanidad, la biomasa ha sido una fuente energética esencial para los seres vivos. Con la llegada de los combustibles fósiles, éste recurso energético perdió importancia en el mundo industrial. En la actualidad los principales usos que tiene son domésticos. Existen diferentes tipos de biomasa que pueden ser utilizados como recurso energético: biomasa natural, residual seca y húmeda, y los cultivos energéticos [26].

– Biomasa Natural

Es la que se produce en la naturaleza sin ninguna intervención humana. El problema que presenta este tipo de biomasa es la necesaria gestión de la adquisición y transporte del recurso al lugar de utilización. Esto puede provocar que la explotación de esta biomasa sea inviable económicamente.

– Biomasa Residual (seca y húmeda)

Son los residuos que se generan en las actividades de agricultura (leñosa y herbácea) y ganadería, en las forestales, en la industria maderera y agroalimentaria, entre otras, y que todavía pueden ser utilizados y considerados subproductos. Como ejemplo podemos considerar el serrín, la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, entre otros. Se denomina biomasa residual húmeda a los vertidos llamados biodegradables, es decir, las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos (principalmente purines).

– Cultivos Energéticos

Estos cultivos se generan con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Estos cultivos los podemos dividir en:

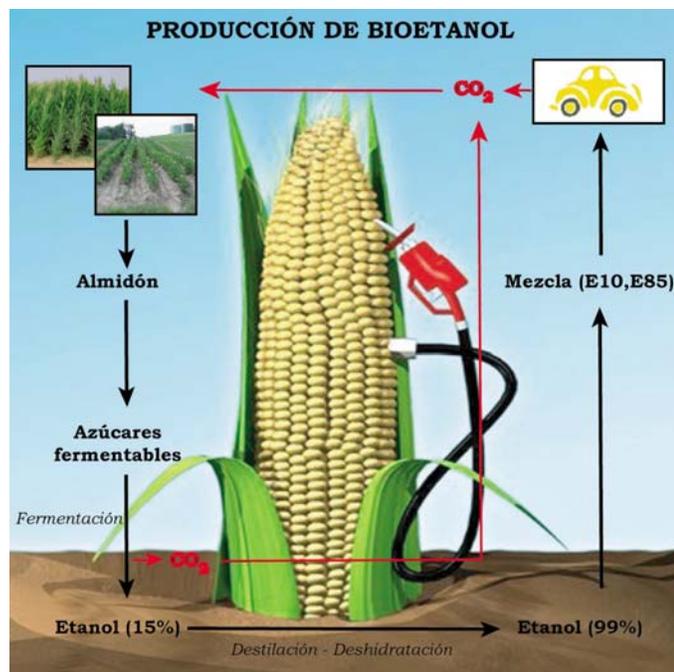
- Cultivos ya existentes como los cereales, oleaginosas, remolacha, etc.
- Lignocelulósicos forestales (chopo, sauces, etc.)
- Lignocelulósicos herbáceos como el cardo *Cynara Cardunculus*
- Otros cultivos como la patata.

Los biocombustibles son derivados de la biomasa, para su obtención se pueden utilizar especies agrícolas como la caña de azúcar y el maíz, las cuales son ricas en carbohidratos; o plantas oleaginosas como la soya, el girasol y las palmas; también se

pueden emplear especies forestales como el eucalipto y los pinos, de ellos se obtienen el bioetanol y el biodiesel.

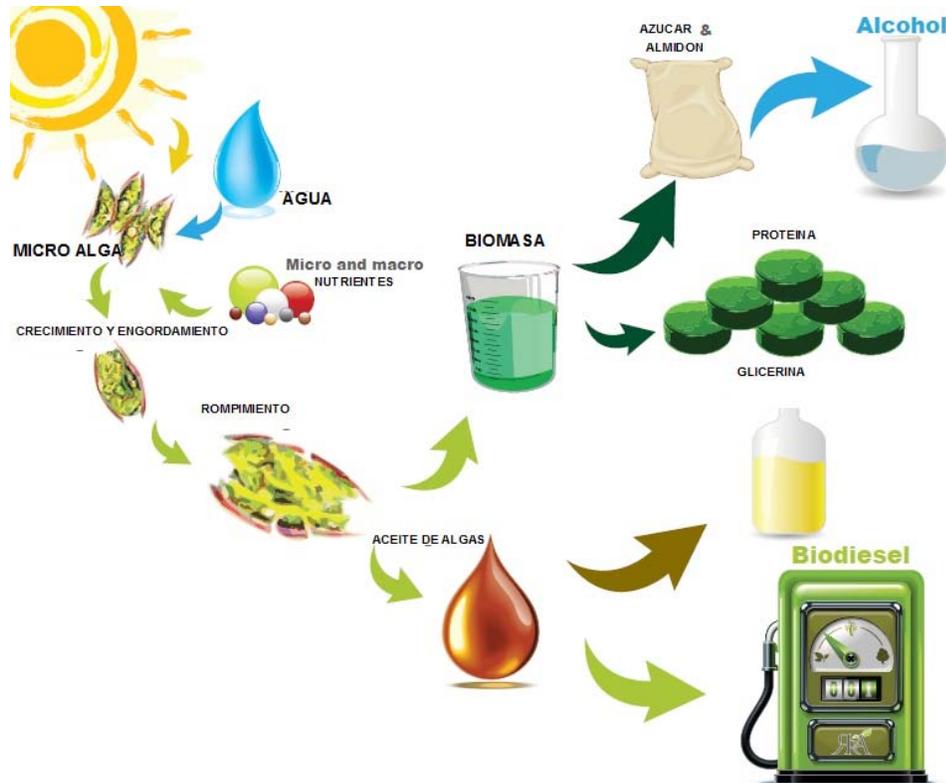
Los biocombustibles sustituyen parte del consumo de combustibles fósiles derivados del petróleo o el carbón. El bioetanol se obtiene por fermentación alcohólica de azúcares de diversas plantas como la caña de azúcar, remolacha o cereales. En la Figura 16 se muestra un esquema del proceso del bioetanol.

Figura. 16: Proceso del bioetanol [27].



El biodiesel se fabrica a partir de aceites vegetales que pueden ser reutilizados. Para los aceites no utilizados se cultiva previamente soja, canola o jatrofa, la Figura 17 esquematiza el proceso del biodiesel. Otras alternativas de biocombustibles a partir de la biomasa son el biopropanol y biobutanol que son menos conocidos.

Figura.17: Proceso del biodiesel [28].



://

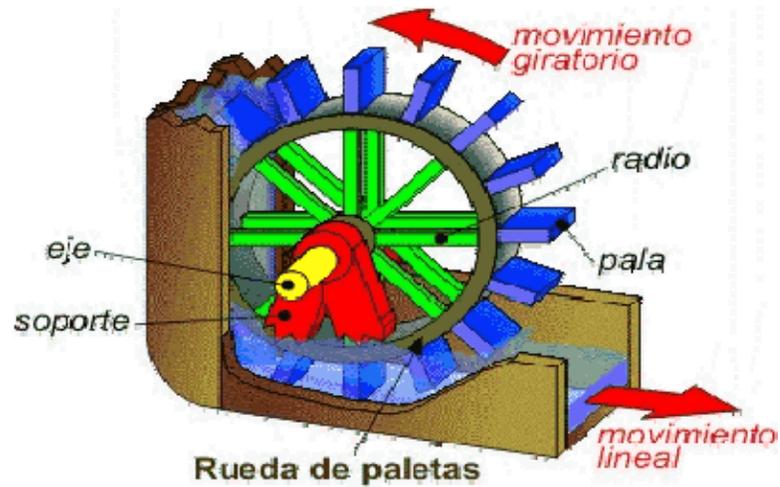
2.2.4 Hidropotencia

Es la potencia producida por el movimiento del agua aprovechada para generar electricidad, ésta no genera desperdicios y no produce dióxido de carbono (CO₂) [29]. Entre las formas de generar energía con agua están:

– Las ruedas de agua

Existen muchos tipos de ruedas hidráulicas pero el funcionamiento es básicamente el mismo: mediante una canal se desvía cierta cantidad de agua, la cual se hace entrar a gran velocidad y en cantidad suficiente al lugar donde se encuentran las palas de la rueda; el agua, cae y choca contra las palas de la rueda hidráulica, la cual transmite a lo largo de su eje el movimiento e impulsa a otras piezas como poleas y engranajes que comunican el giro de la rueda hidráulica a otro dispositivo donde se requiere realizar un trabajo (ver Figura 18).

Fig. 18: Movimiento rotatorio de la rueda hidráulica [30].

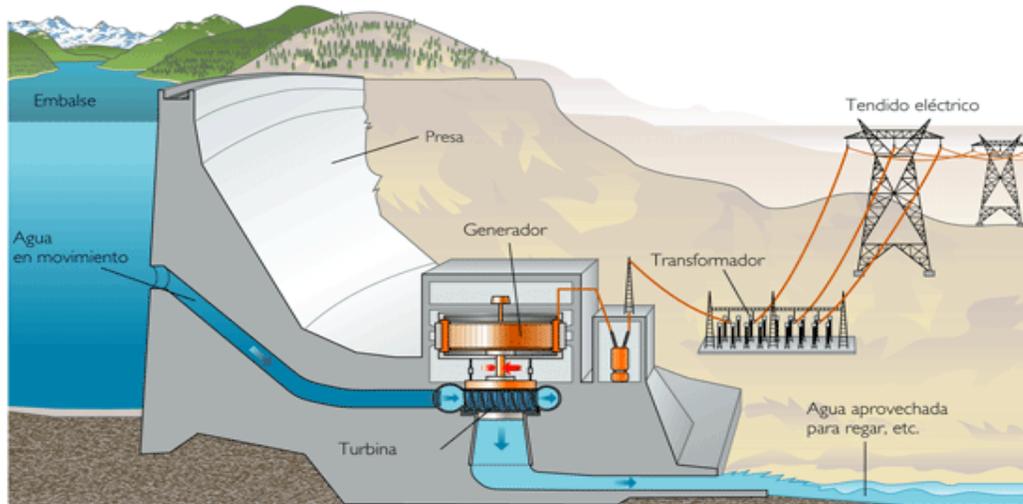


5. Una de las ruedas hidráulicas más utilizadas es la rueda hidráulica con canal de alimentación superior, esta rueda se desliza empujada por el agua que llega desde arriba, permitiendo una mayor utilización del agua disponible, debido a que ésta cae y la fuerza de gravedad realiza todo el trabajo para mover la rueda. Se usa en lugares donde hay alturas suficientes y el caudal es muy poco, el rendimiento es alto entre 80% a 90%.

– Hidroeléctricas

Son centrales donde el principio de obtención de energía eléctrica consiste en aprovechar la energía potencial gravitacional almacenada en el agua almacenada en una represa. Debido al desnivel (salto geodésico), el agua cae sobre los álabes de una turbina con mucha fuerza ejerciendo una alta presión, el movimiento de la turbina hace girar una bobina en un campo magnético generando electricidad (ver Figura 19).

Fig. 19: Hidroeléctrica [31].



– Central mareomotriz

En esta central la energía eléctrica se obtiene aprovechando la fuerza de las mareas. La energía gravitatoria terrestre y lunar, la energía solar y eólica son manifestaciones de la energía del mar: gradientes térmicos y olas de donde se obtiene energía utilizando los dispositivos adecuados. La energía de las mareas es aprovechada embalsando agua del mar en ensenadas naturales y haciéndola pasar a través de turbinas hidráulicas que forman parte de un generador eléctrico. En el mundo solo hay tres zonas que reúnen las condiciones óptimas para generar energía mareomotriz: la costa norte de Australia, el mar Amarillo de Corea y la costa Patagónica en Argentina. La Figura 20 muestra cómo en las centrales mareomotrices se aprisiona el agua durante la marea alta para dejarla escapar, más tarde durante la marea baja [32].

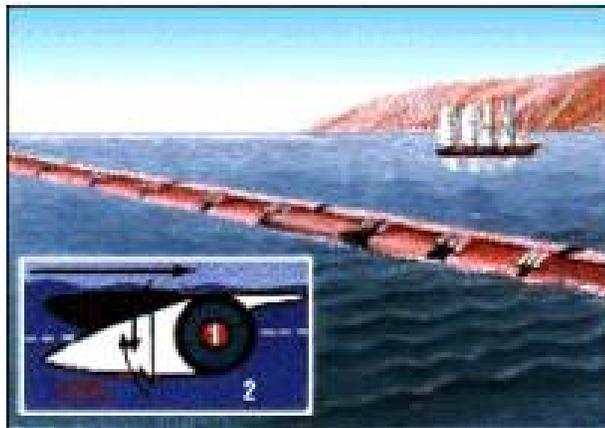
Fig. 20: Central Mareomotriz [33].



– Central undimotriz u olamotriz

Utilizan la energía producida por el movimiento de las olas. Las olas son el resultado del efecto del viento soplando a lo largo de cientos o miles de kilómetros en mar abierto, que origina una transferencia de energía hacia la superficie del océano. Esta es una forma de aprovechamiento de energía cinética y potencial que es utilizada mediante mecanismos armónicos que responden al movimiento de las olas, captando parte de su energía para la producción de electricidad (Figura 21). Al pasar la ola por la pestaña flotadora gira sobre un eje común que une todos los flotadores, este movimiento bombea un fluido dentro de un circuito cerrado que será el que mueva la turbina. El flotador regresa a su posición inicial debido a su propio peso [34].

Fig. 21: Energía undimotriz [34].



2.3 USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL MUNDIAL

Entre las fuentes de energía que usa la humanidad actualmente se encuentran las que provienen de recursos no renovables como los hidrocarburos (petróleo, carbón, gas natural), las que permiten generar energía a través de procesos nucleares y las que provienen de recursos renovables. En la Figura 22 se muestra el porcentaje de los diferentes tipos de fuentes de energía usados en el año 2010. Se observa la poca utilización de energías renovables en la Tierra, aunque los combustibles fósiles, que son los más usados se agotarían en menos de cincuenta años [35]. Según estimaciones realizadas considerando las reservas mundiales de petróleo comprobadas y su consumo actual. Si se tienen en cuenta las reservas de los demás combustibles fósiles el plazo de

su agotamiento puede extenderse cincuenta años más aproximadamente. Del 16.7% de las llamadas energías renovables el 8,5% corresponde a la biomasa tradicional usada para cocinar y calentar en áreas rurales, el restante 8,2% proviene de energías renovables más modernas que incluyen la hidropotencia, eólica, solar, geotérmica y biocombustibles; la hidropotencia suministra el 3,3% de estas energías modernas, todas las otras energías modernas suministran el 4,9% restante, éstas han crecido rápidamente en los últimos años siendo la energía solar fotovoltaica la de mayor crecimiento en su utilización durante los años 2006 a 2011 con un 58% anual, le siguen la solar térmica (37%) y la eólica (26%), como se puede observar en la Figura 23. Durante el año 2011 la energía solar fotovoltaica experimentó un aumento de producción bastante alto (74%) atribuible a la significativa reducción de precios de los módulos fotovoltaicos generada por los avances en la tecnología de producción y a las políticas de apoyo en algunos países. Europa ha liderado el mercado fotovoltaico por años, y el resto del mundo tiene un alto potencial de crecimiento.

Fig. 22: Porcentaje de consumo mundial de energías no renovables y renovables [36].

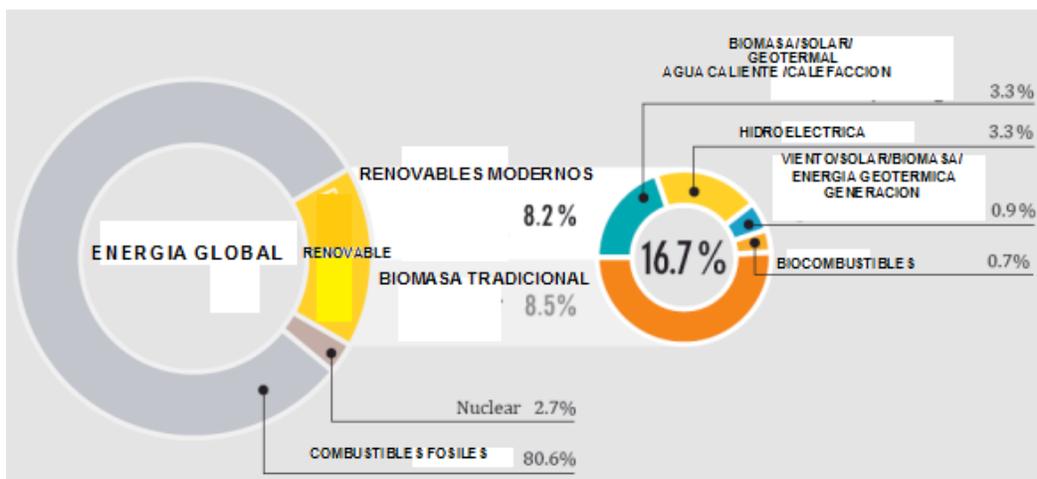
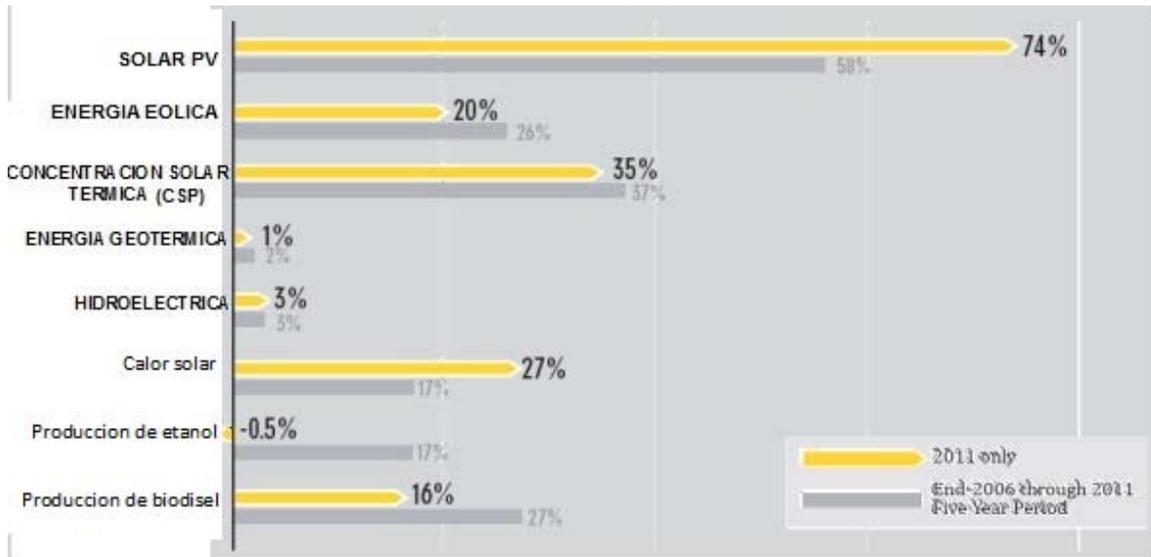


Fig. 23: Crecimiento anual promedio de capacidad de energías renovables a nivel mundial entre el 2006 y el 2011 [36].



3. DISPOSITIVOS QUE USAN LA ENERGÍA SOLAR PARA BENEFICIO DE LA HUMANIDAD

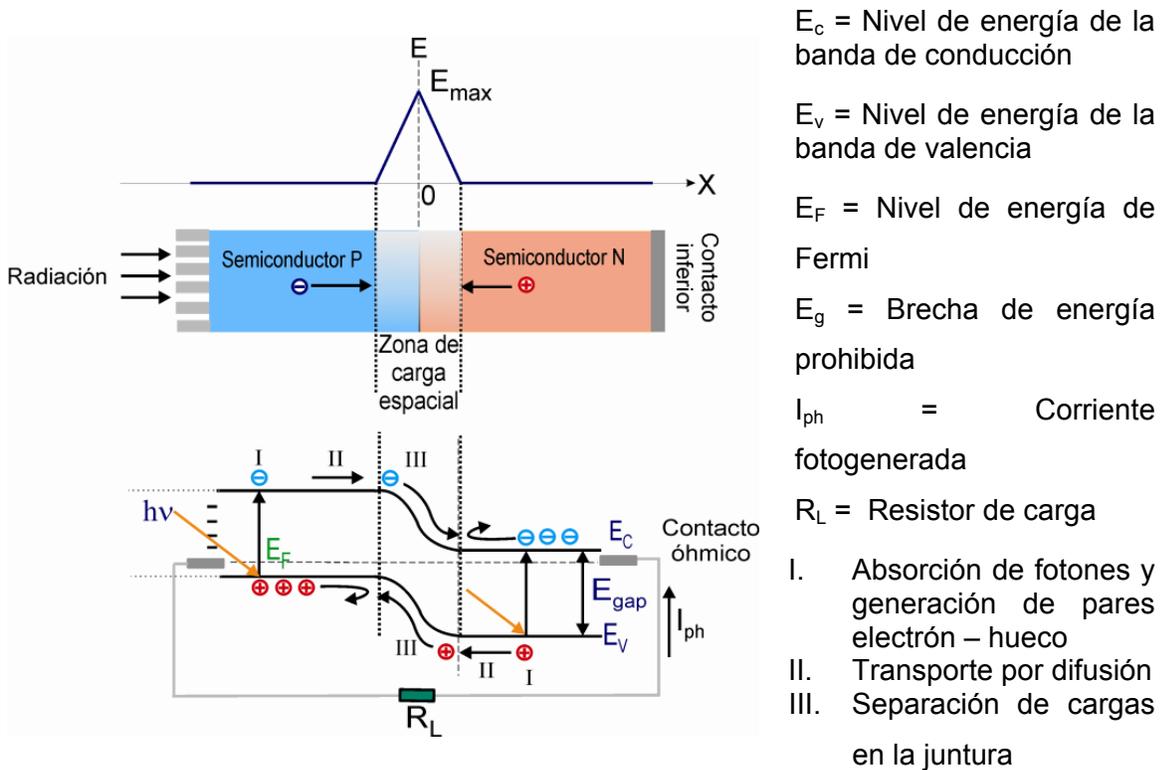
3.1 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UNA CELDA SOLAR

La celda solar es un dispositivo fabricado para convertir luz solar directamente en electricidad. La conversión de la energía lumínica en energía eléctrica se realiza mediante el efecto fotovoltaico, éste incluye básicamente los siguientes procesos:

1. Absorción de fotones en un semiconductor produciendo el paso de electrones de la banda de valencia a la banda de conducción, dejando un estado energético libre (“hueco”) en la banda de valencia.
2. Movimiento direccionado de los portadores minoritarios (electrones en el semiconductor tipo p y huecos en el tipo n) a través del campo eléctrico interno que se forma en la unión de un semiconductor tipo n con uno tipo p.

La Figura 24 muestra la estructura típica de una celda solar tipo homojuntura p/n y su correspondiente diagrama de bandas de energía. En la parte superior de la figura se observa la forma como varía el campo eléctrico creado en la región alrededor de la unión del semiconductor tipo p con el tipo n llamada zona de carga espacial (ZCE).

Fig. 24: Estructura típica de una celda solar tipo homojuntura p/n, indicando la forma como varía el campo eléctrico dentro de la ZCE y su correspondiente diagrama de bandas de energía.



El funcionamiento de una celda solar incluye básicamente los siguientes procesos:

1. Formación de pares electrón-hueco, en el volumen de la capa absorbente mediante la excitación de electrones de la banda de valencia a la banda de conducción como consecuencia de la absorción de fotones con energías mayores o iguales a la brecha de energía prohibida (E_g) del semiconductor (Proceso I en la Figura 24). Estos electrones quedan libres para participar en los procesos de transporte eléctrico.

2. Difusión de portadores liberados en el proceso I, hasta el borde de la ZCE (proceso II).
3. Separación y arrastre de cargas en la juntura (proceso III) a través del campo eléctrico E generado en la ZCE y posterior difusión de estas hacia los contactos eléctricos óhmicos. Los portadores de carga que llegan a los contactos se acumulan allí produciendo un voltaje, y si se conectan los electrodos a un resistor de carga R_L los portadores saldrán al exterior de la celda solar, generándose de esta manera la fotocorriente.

El transporte eléctrico en la celda solar es también afectado por otros procesos que causan pérdidas de la fotocorriente. Los más importantes son los siguientes:

- Atrapamiento de electrones en estados superficiales generados por la presencia de enlaces incompletos en la superficie del material
- Recombinación de electrones con huecos en el volumen del material y en la zona de carga espacial
- Atrapamiento (recombinación) de portadores en estados interfaciales causados por desacople de las constantes de red de los materiales que forma la juntura p/n. Este mecanismo es muy importante en celdas solares tipo heterojuntura.

Los módulos fotovoltaicos (conocidos comúnmente como paneles solares) consisten de un gran número de celdas solares conectadas en serie o en paralelo según las necesidades de voltaje y corriente del consumidor. Estos módulos se caracterizan por la potencia pico que generan (W_p), la cual es la potencia máxima que el módulo puede entregar para consumo bajo condiciones estándar de radiación solar de 1000 W/m^2 y temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. La principal limitante para el uso de los módulos fotovoltaicos ha sido su precio, pero con el tiempo los investigadores han ideado nuevas tecnologías para su fabricación, han involucrado nuevos materiales diferentes al Si y se han mejorado los procesos industriales, por lo que los precios del W_p generado han ido disminuyendo drásticamente hasta el punto que esta limitante está cerca de desaparecer: el W_p generado vale cerca de 1 dólar. Además a medida que se usen más los módulos la producción aumenta y los precios bajarán aún más. La energía solar fotovoltaica busca un desarrollo equivalente al avance tecnológico sostenido de los microprocesadores, que han duplicado su densidad cada 18 meses desde 1965 (ley de Moore), permitiendo la

revolución informática. La Ley de Moore solar será posible si el interés por la tecnología repercute en el aumento de las inversiones para aumentar la eficiencia de conversión de las celdas solares, que difícilmente supera el 30%. Es decir de toda la radiación solar obtenida, la celda solo convierte en energía un porcentaje menor a esta cifra, es este el interés de los laboratorios por aumentar la eficiencia con nuevas técnicas y materiales [37].

También hay que tener en cuenta que para la instalación de los módulos fotovoltaicos se hace sólo una inversión económica por muchos años, debido a que los módulos duran en funcionamiento más de 20 años sin necesitar mantenimiento especializado ni otros gastos, mientras que el servicio tradicional de suministro de energía eléctrica se debe pagar mensualmente.

En la actualidad se comienzan a implementar módulos fotovoltaicos como fuente de electricidad a varios dispositivos eléctricos y electrónicos, entre los que se encuentran automóviles, aviones, barcos, teléfonos celulares, equipos de aire acondicionado, alumbrado público, entre otros, lo que se suma a usos de los módulos que ya son más conocidos como fuentes eléctricas en viviendas, satélites, vehículos espaciales etc.. En la Figura 25 se muestran módulos fotovoltaicos usados para alumbrado público.

Fig. 25: Módulos fotovoltaicos suministran energía eléctrica para alumbrar la vía en San Antonio, Baja California, México.



3.2 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR EN OTROS DISPOSITIVOS

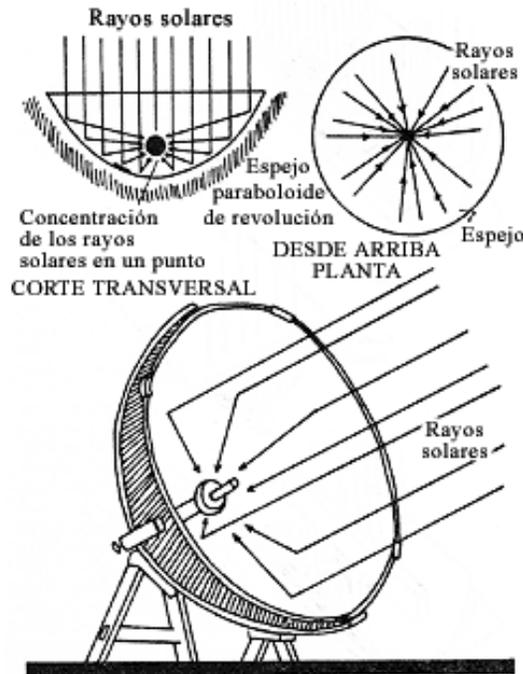
3.2.1 Cocinas solares

Las cocinas u hornos solares son aparatos que utilizan la energía del Sol para cocinar alimentos [38]. Existen dos tipos de cocinas solares:

– *Estufa solar parabólica o de concentración:*

El funcionamiento se basa en concentrar la radiación solar en las superficies mediante un reflector parabólico, en el foco se coloca el recipiente para cocinar los alimentos. Estos puntos alcanzan altas temperaturas lo que permite que sean cocinas rápidas. En estas cocinas se deben diseñar muy bien las superficies recolectoras y se debe rotar continuamente el reflector para que los rayos del Sol incidan sobre las superficies. En la Figura 26 se muestra un esquema de la cocina solar parabólica [38].

Fig. 26: Estufa solar parabólica o de concentración [39].



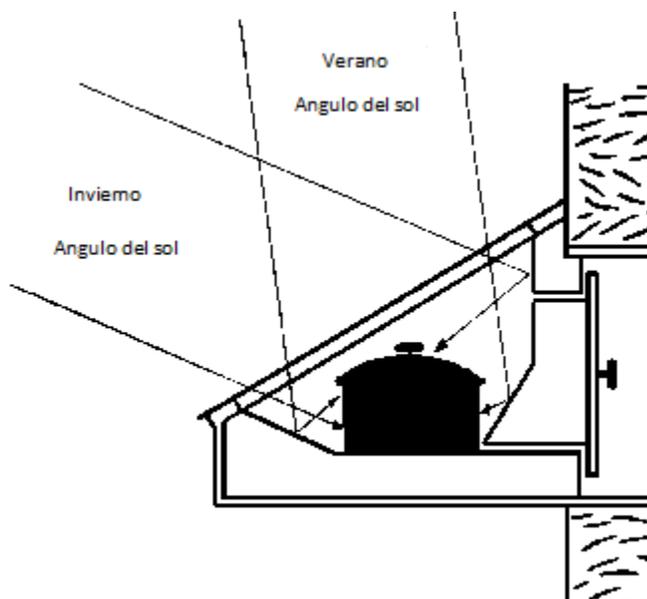
Estas cocinas están diseñadas generalmente de metal con un soporte (con ruedas para el desplazamiento) que sostiene la pantalla parabólica que le permite cambiar la inclinación de acuerdo al ángulo de incidencia del Sol, la superficie de la pantalla está

cubierta por material reflectivo (aluminio o pedazos de espejo de vidrio), en el centro se encuentra el soporte para los recipientes de cocción que varía en forma y tamaño de acuerdo al modelo, el diámetro puede ser de 1,00 m hasta 1,50 m según las necesidades y el uso requerido.

– *Horno solar o de efecto invernadero:*

El funcionamiento se basa en la captura de los rayos del Sol en el interior de una caja herméticamente cerrada a través de una superficie transparente, lo cual produce efecto invernadero dentro de la caja manteniéndola caliente. Esto es, cuando la luz pasa a través de la superficie transparente como el vidrio, se transmite la radiación que tiene una longitud de onda corta, el material dentro de la caja absorberá la radiación solar, calentándose y aumentando su temperatura; luego ese material emitirá radiación de longitud de onda larga, la cual no podrá atravesar el vidrio, quedando atrapada en el interior y provocando que el interior de la caja quede a una temperatura mayor a la del exterior. La Figura 27 muestra un esquema de horno solar.

Fig. 27: Horno solar o de Efecto invernadero [39].



La construcción de este tipo de hornos solares es sencillo, se pueden elaborar con diferentes materiales y en diferentes tamaños según se requiera; los más económicos se

hacen con una caja de cartón y los de alto costo en madera o plástico, la tapa puede ser de vidrio o láminas de acrílico o poliéster, éstos dos últimos materiales las hacen menos frágiles, pero también permiten alguna pérdida de energía calorífica, a diferencia del vidrio. Para evitar la pérdida de energía calorífica a través de las paredes y el fondo del cajón, se colocan materiales aislantes térmicos (corcho, hojas de papel) de gran grosor, además el interior del horno está pintado de negro mate el cual absorbe la luz solar.

Un horno bien diseñado y elaborado puede alcanzar temperaturas hasta de 150 °C y para garantizar su fácil desplazamiento puede ser montado sobre un soporte con ruedas.

3.2.2 Deshidratador solar de frutas y hortalizas

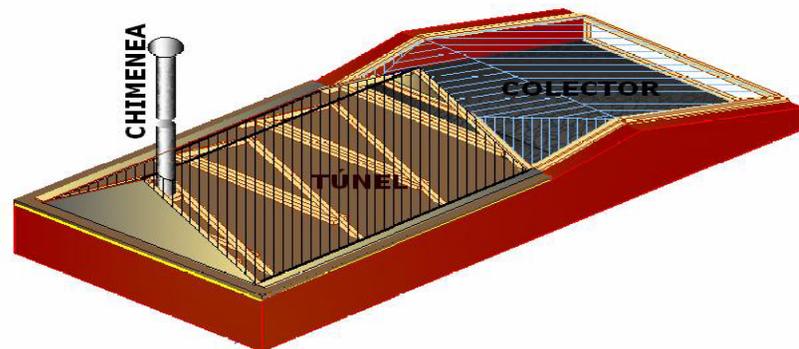
Son secadores que aprovechan la energía del Sol para los procesos de secado, deshidratación de frutas y vegetales. En la Figura 28 se muestra un esquema del secador que consta de las siguientes partes:

Colector: es una caja con cubierta de plástico transparente, en cuyo interior se coloca una cama de carbón de 10 cm de espesor.

Túnel de secado: se trata de un cuerpo de sección triangular, con cubierta de plástico negro, en cuyo interior se colocan las bandejas con el producto a deshidratar.

Chimenea: está compuesta por un tubo de chapa de hierro galvanizada # 30, de 20 cm de diámetro y 300 cm de largo, con un extractor eólico en uno de sus extremos.

Fig. 28: Deshidratador solar [40].



Los rayos del Sol atraviesan la cobertura de plástico transparente del colector y calientan el carbón. El aire a temperatura ambiente entra por la boca del colector y al pasar por el colector recibe el calor acumulado por el carbón, así el aire se calienta y disminuye su humedad relativa. Luego, el aire caliente se introduce en el túnel de secado y calienta el producto, haciendo que el agua contenida en el producto se evapore. Finalmente, la chimenea extrae y expulsa a la atmósfera la mezcla de aire y vapor de agua [40].

3.2.3 Sistema de calefacción por el Muro Trombe

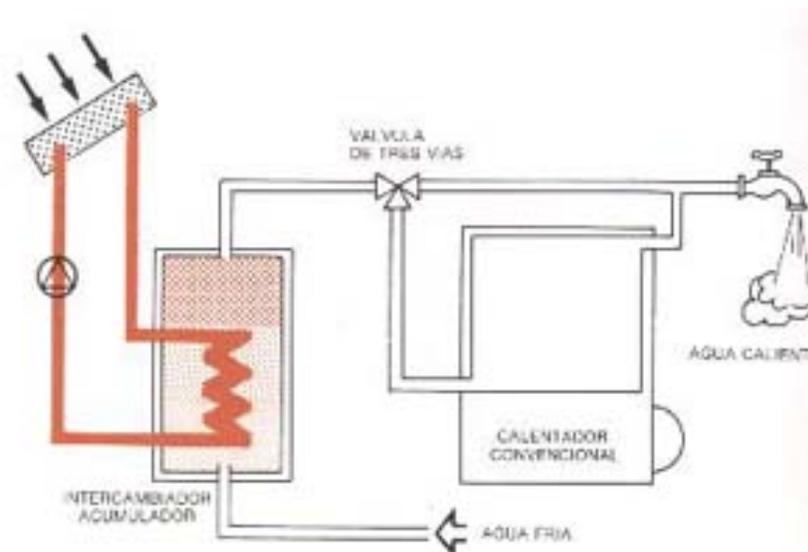
El muro Trombe, llamado así en honor al ingeniero Félix Trombe, es una alternativa arquitectónica que aprovecha la energía solar que recibe una pared para convertirla en un sistema de calefacción sencillo. Consiste en un sistema que capta la energía solar directa y usa la circulación del aire que se produce por la diferencia de temperaturas, es una especie de invernadero de pared, que genera calor durante los meses fríos. Es un muro orientado hacia la posición del Sol elaborado con materiales como hormigón, piedra o adobe que permiten absorber el calor del Sol. El muro se pinta de negro o color oscuro mate dejando un espacio para colocar un vidrio grueso, lo que hace que se produzca el efecto invernadero a partir de la incidencia de los rayos solares, la luz atraviesa el cristal y calienta el ambiente alcanzando altas temperaturas (la radiación de onda larga emitida por el muro no puede atravesar de nuevo el vidrio calentando el aire que queda atrapado en la cámara).

Para sus diferentes usos el muro cuenta con dos grupos de conductos: los superiores y los inferiores, cada uno ellos tiene su compuerta respectiva como se muestra en la Figura 29. Para calentar la casa en invierno o en la noche se abren los orificios superiores e inferiores y se cierran ambas compuertas, el aire frío proveniente del interior de la vivienda ingresa al invernadero y es calentado por el muro, por convección el aire caliente asciende y se dirige al interior de la casa a través de los conductos superiores del muro. Cuando no hay radiación solar sobre el muro (por ejemplo de noche), el calor se recibe en el circuito a través de la inercia térmica de la pared, la cual acumuló la energía calorífica y con el tiempo atravesó la masa del muro para calentarlo, y que se libera lentamente en la noche [41].

3.2.5 Calentador solar de agua

En esencia, el calentador solar es una caja plana de color negro en su interior, muy bien aislada y con un cristal en la parte frontal, en cuyo interior tiene colocado un tubo en forma de serpentín por el que circula el agua como se muestra en la Figura 31. La luz de Sol que pasa a través del cristal es absorbida dentro de la caja negra cerrada y se crea un efecto invernadero dentro de ella, el calor dentro de la caja calienta el agua que circula por el serpentín y asciende ubicándose encima del agua fría. El agua así calentada es enviada a un depósito muy bien aislado para su uso en el momento requerido [43].

Fig. 31: Esquema de un calentador solar de agua [43].



3.3 AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS QUE USAN LA ENERGÍA SOLAR PARA SU FUNCIONAMIENTO

3.3.1 Dispositivos fotovoltaicos

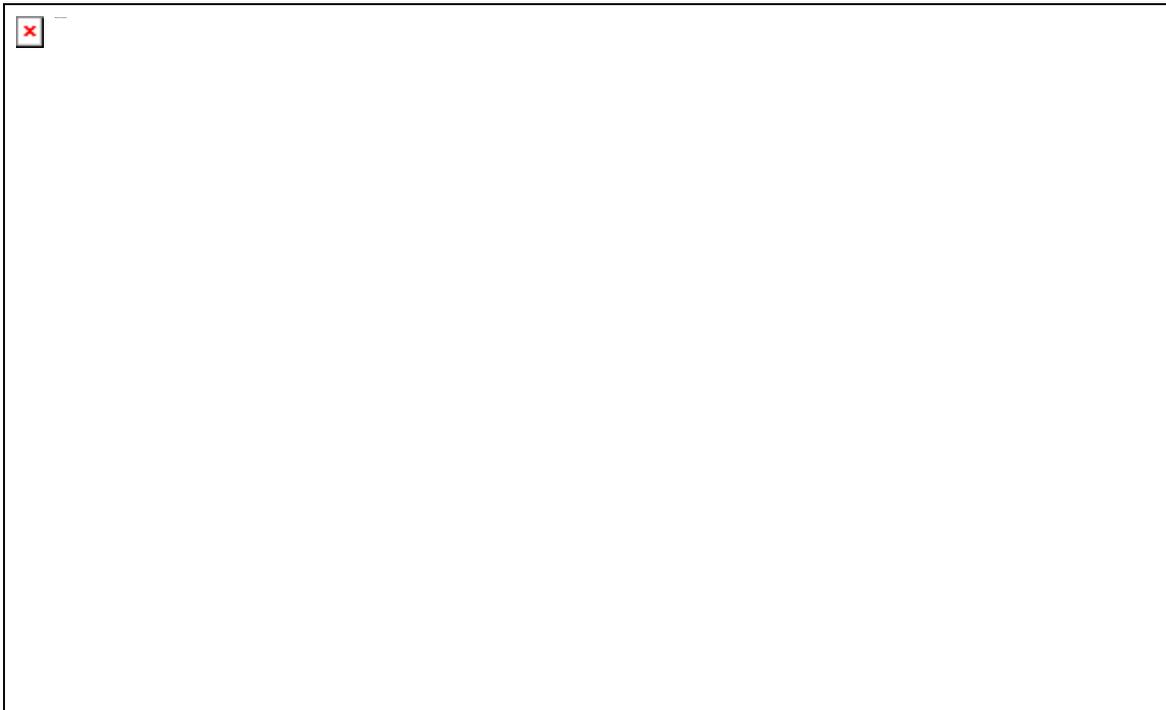
En la actualidad la generación fotovoltaica de electricidad se realiza utilizando módulos solares fabricados usando dos tecnologías diferentes: la primera de estas es la denominada tecnología de Silicio mono-cristalino y poli-cristalino (también conocida como de primera generación). La segunda es la denominada tecnología de películas delgadas (también conocida como de segunda generación) que ha sido muy exitosa mediante la

fabricación de módulos basados en tres tipos diferentes de materiales: Cu(In,Ga)Se_2 (CIGS), CdTe y Silicio, éste último con estructura amorfa (a-Si). El mercado mundial de módulos es dominado por la tecnología de primera generación de Silicio cristalino y policristalino, sin embargo la tecnología de capa delgada está creciendo actualmente a mayor velocidad que la de Silicio debido a su bajo costo en comparación con la tecnología de primera generación.

En el área de la tecnología de capa delgada, el CIGS es el material de mayor interés debido a que sus constantes de red y su brecha de energía prohibida (E_g) se puede cambiar, variando el contenido de Ga en la capa de CIGS, lo cual se realiza variando la relación entre la masa de Ga y la masa de (In + Ga) que se usa para la preparación de las películas. La importancia de modificar las propiedades físicas de estos materiales, en especial la brecha de energía prohibida radica en el hecho de que la eficiencia máxima que se puede obtener con una celda solar depende del valor del E_g [44]. Los mejores resultados logrados hasta el momento con celdas de película delgada se obtuvieron con celdas solares de área de $0,50 \text{ cm}^2$ que usan CIGS como capa absorbente, y su máxima eficiencia a nivel mundial es de 20.3% [45]. Para módulos de CIGS se han obtenido eficiencias del 13% y 16.6% para áreas de 16 cm^2 y de $60 \times 120 \text{ cm}^2$ respectivamente [46, 47].

Aunque los módulos fotovoltaicos se empezaron a usar para aplicaciones espaciales desde los años 50, su uso en aplicaciones terrestres se dio a partir de los años 70. Desde entonces, se han dado enormes avances tanto en el campo de la investigación de materiales fotovoltaicos como en la tecnología de fabricación de celdas solares, lo cual ha conducido a su vez a un continuo incremento de la eficiencia de conversión de las celdas. En la Figura 32 se muestra la evolución en el tiempo (desde mediados de la década de los 70) de la eficiencia de conversión de los diferentes tipos de celdas solares que se han desarrollado con tecnologías de primera y segunda generación. La Figura 32 muestra también los centros de investigación que han realizado mayores aportes para la consecución de estos resultados.

Fig. 32: Evolución de las eficiencias para diferentes tecnologías en celdas solares [48].



El crecimiento de la producción de módulos manufacturados usando las tecnologías de CIGS y CdTe ha crecido fuertemente en los últimos años; la firma First Solar (USA) fue la primera en el mundo que logró producciones mayores que 1 GW/año de módulos manufacturados con tecnología de CdTe. De otro lado, First Solar logró también reducir en los últimos años el precio de manufactura de módulos de Si en más del 50%, incrementando la capacidad de producción a valores mayores de 1 GW/año.

Entre los desarrollos tecnológicos más importantes que en materia de fabricación de celdas y módulos solares se han logrado hasta el momento se destacan los siguientes:

- Celdas basadas en Silicio monocristalino fabricadas con estructura PERL (pasivated emitter rear localy cells) con las cuales se han logrado eficiencias cercanas al 25% [49], valor que está muy cercano al límite teórico.
- Celdas fabricadas con tecnología de capa delgada, entre las que se destacan las celdas basadas en CIGS, con las cuales se han logrado eficiencias de conversión mayores al

20% y que constituye el récord mundial en materia de eficiencia lograda con celdas de película delgada [50].

- Celdas basadas en nuevos materiales fotovoltaicos, entre las que se destacan las celdas sensibilizadas con colorantes [51] y las celdas orgánicas basadas en polímeros conductores [52]. Con estos dos tipos de celdas se han logrado eficiencias del 11.8% y 10.0% respectivamente; estas son de muy bajo costo, lo cual permite pensar que en el futuro su relación eficiencia/costo sea mayor que el de los otros tipos de celdas.
- Celdas tipo tandem o multijuntura con las cuales se han logrado eficiencias de conversión mayores del 40% cuando son iluminadas con radiación solar con nivel de concentración (1000 soles) [53].

3.3.2 Otros dispositivos que usan la energía solar para su funcionamiento

- Hoja artificial

Algunos investigadores han enfocado sus estudios en usar la energía de la luz del Sol para generar energía química, o producir gases como hidrógeno o metano, que se almacenan fácilmente para su posterior utilización. En particular, un grupo de investigación del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) en Cambridge está creando una hoja artificial que descompone el agua en moléculas de hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2), donde se pretende simular el proceso fotosintético que realizan las plantas en la naturaleza. La hoja artificial cuenta con un colector de luz solar situado entre dos películas que generan oxígeno y gas hidrógeno (Figura 33). La hoja al ser sumergida en agua e iluminada por el Sol genera una reacción capaz de romper los enlaces moleculares del agua, produciendo burbujas de hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se puede almacenar y utilizar en una pila de combustible para generar energía eléctrica. **La hoja artificial tiene un rendimiento del 4,7%. Aunque en general, al comienzo de las investigaciones los sistemas para conseguir energía del Sol no son muy eficientes, estos sistemas se pueden mejorar aumentando su eficiencia en corto tiempo [54].**

Fig. 33: Hoja artificial [54].



– **Calentador solar fotovoltaico**

En el Centro de Recursos Energéticos de SoCalGas en Downey, California, se utilizan espejos y sistemas de guías para capturar la luz del Sol y enfocarla en módulos **solares fotovoltaicos para producir electricidad y agua caliente** [55], (ver Figura 34).

Fig. 34: Sistema para guiar la luz solar hacia módulos fotovoltaicos [55].



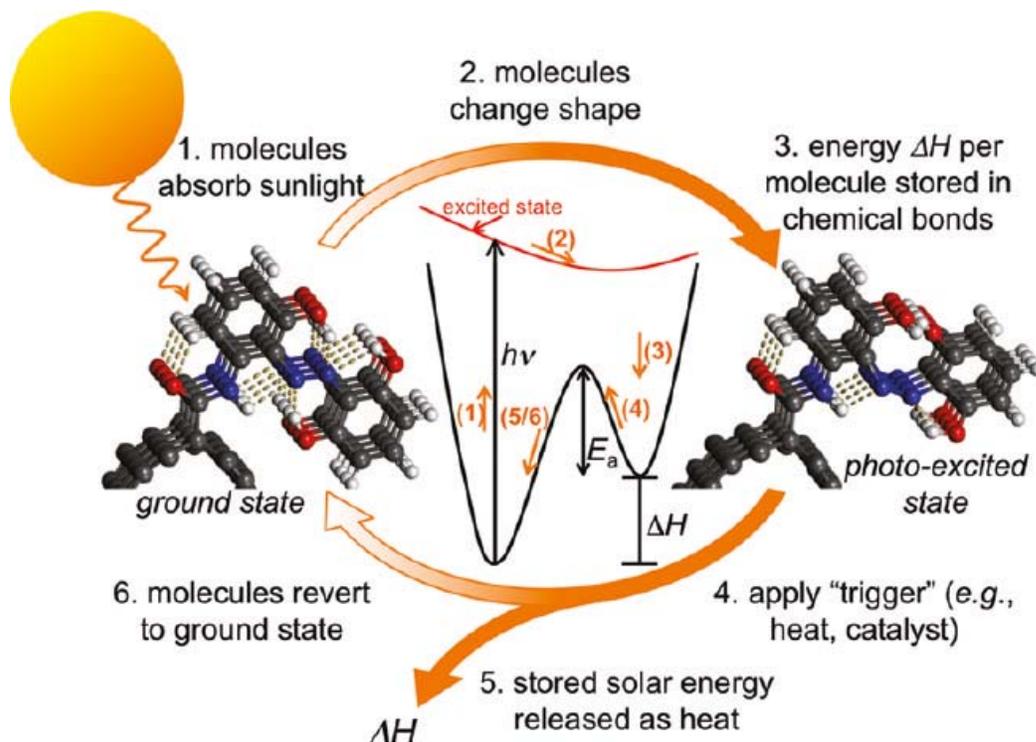
Una vez enfocada la luz del Sol sobre los módulos fotovoltaicos, que se componen de celdas solares, éstas funcionan para generar electricidad como se explicó en la sección 1.5, además la luz enfocada también genera calor para calentamiento de agua como se explicó en la sección 1.6.5, por lo que estos calentadores solares fotovoltaicos reducen el uso de energía eléctrica generada de forma convencional, y de esta forma se beneficia el ambiente. Además, la tecnología de generación solar concentrada es modular y lo suficientemente pequeña en escala para ser instalada en los techos de edificaciones comerciales, industriales e institucionales, **a la vez que provee más energía solar y mayores eficiencias debido a su producción dual de electricidad y calor** [56].

– **Materiales que almacenan energía solar**

Almacenar la energía solar de forma química tiene grandes ventajas como la acumulación de energía sin pérdida por largos periodos de tiempo, recuperando la prácticamente totalidad de ella poco tiempo después. Esta energía se podría convertir en energía eléctrica y usar para iluminar un lugar o funcionamiento de aparatos eléctricos.

Un material que almacena energía en forma química es el rutenio, pero no se consigue fácilmente y es costoso. En estudios realizados por científicos del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) se encontró un material nuevo con las mismas características del rutenio y más abundante, que se basa en estructuras de nanotubos de carbono combinados con azobenceno, el cual tiene alta capacidad para acumular energía (mayor que las baterías de ion litio); en este material se pueden controlar la energía acumulada y el tiempo de almacenamiento. Su funcionamiento se basa en la estructura molecular del material de almacenamiento termoquímico, la cual cambia por acción de la energía solar. Luego para liberar la energía acumulada, se estimula el material puede ser con un cambio pequeño en la temperatura o con catálisis química, lo que genera una reacción en cadena y se aprovecha la energía (ver Figura 35) Este es el comienzo de los estudios acerca de los nuevos materiales que almacenan energía de manera estable y duradera [57].

Fig. 35: Proceso de almacenamiento de energía del Sol por el nuevo material encontrado y su posterior liberación [57].



5. Conclusiones

La educación en energía renovable a nivel mundial es muy deficiente, y en Colombia es prácticamente inexistente, lo cual es muy preocupante teniendo en cuenta que las reservas de fuentes de energía convencionales no renovables que usa la humanidad actualmente se agotarán en un futuro no muy lejano. La educación acerca de la investigación en fuentes renovables de energía y el fomento de su uso en las nuevas generaciones se debe dar desde la escuela y se debe empezar lo más pronto posible. Un sondeo de preguntas a estudiantes y docentes de diferentes colegios en Colombia dejó claro que el tema de energías renovables no se enseña en la gran mayoría de los casos, y en las pocas instituciones donde se enseña se hace de manera muy superficial. Estos cuestionamientos llevaron a plantear en este trabajo una propuesta de enseñanza en la escuela para promover el conocimiento y uso de las energías renovables que tienen como fuente primaria el Sol. El gran aporte de este trabajo es la propuesta de enseñanza elaborada, con la cual se espera realizar un aporte a la solución de la problemática energética y ambiental desde la escuela. Es de esperar que este trabajo sea de utilidad para estudiantes, docentes del área de Ciencias Naturales que deseen iniciar o profundizar la enseñanza del tema de energías renovables en sus clases, y también se espera que las directivas de las instituciones educativas al leer este trabajo sean conscientes de la gran importancia de este tema y lo consideren entre los prioritarios de su Proyecto Educativo, y de esta forma apoyen a docentes y estudiantes para lograr un mejor futuro ambiental y energético para la sociedad colombiana.

Bibliografía

- [1] www.ujaen.es/investiga/.../riesgos_del_sistema_energetico_a.htm
- [2] www.unav.es/ocw/ecologiaing0708/ResultadosAprendizajePEA08.pdf
- [3] A. Z yadin, A. Puhakka, P. Ahponen, T. Cronberg, P. Pelkonen, School students knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan, *Renewable Energy*, 45 (2012) 78-85.
- [4] C. Acikgoz, Renewable energy education in Turkey, *Renewable Energy* 36 (2011) 608-611.
- [5] C. Díaz Pomar, La celda solar como módulo didáctico de la enseñanza del efecto Fotoeléctrico, *Últimas tendencias en didáctica de la Física*, Universidad Distrital, 2007
- [6] D. Zubiría, Julián, *Tratado de pedagogía conceptual: Los modelos pedagógicos*, 1995.
- [7] F. Díaz Barriga, G. Hernández Rojas, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, 2ª edición Mc. Graw Hill, 2001.
- [8] S. J. Echeverry, L. A. Zambrano, G. H. Rodríguez, *Tendencias pedagógicas contemporáneas* 1ª ed. (2001).
- [9] www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- [10] www.definicionabc.com/ciencia/energia.php - México
- [11] www.recursoctic.educacion.es
- [12] <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2010/07/13/energia-quimica/>
- [13] www.importancia.org/fotosintesis.php
- [14] SALISBURY, Frank B. *Fisiología vegetal*. Grupo editorial iberoamericana. México. 1992. 758p
- [15] www.monografias.com/trabajos30/fotosintesis/fotosintesis.shtml
- [16] www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/fotosint.htm
- [17] http://linux.ajusco.upn.mx/fotosintesis/fase_luminosa.html
- [18] www.almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/Fotosintesis/reacciones_de_oscuridad.html
- [19] www.uprm.edu/biology/cursos/biologiageneral/fotosintesis.ppt
- [20] SERWAY, Raymond A. *Física*. Tomo II, 4ª edición. México. Mc Graw Hill, 1998. 645.p
- [21] <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dge/publicaciones/uso/1/01/02/02/01.htm>
- [22] www.aerogeneradores.net/
- [23] A. Díaz, La energía eólica, De la investigación a la realidad en *Energía*, *Revista de Ingeniería Energética*, 6, (1993) 153-160

- [24] www.procl/fisica/Energiageotermica.htm
- [25] www.p-adas.org/nuevas-tecnologias/arquitectura
- [26] www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Energia/EnergiasRenovables/Biomasa/Welcome.asp
- [27] www.rfi.fr/actues/articles/100/article_7439.asp
- [28] <http://rra.mx/our-story/>
- [29] www.gers.uprm.edu/pdfs/energiaconagua_medtronic.pdf
- [30] http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_rueda.htm
- [31] <http://www.renovables-energia.com/2009/06/esquema-de-una-central-hidroelectrica/>
- [32] <http://www.monografias.com/trabajos93/energia-mareomotriz/energia-mareomotriz.shtml>
- [33] <http://www.centronaval.org.ar/boletin/BCN813/813chingotto.pdf>
- [34] http://www.fondear.org/infonautic/Mar/El_Mar/Oceanos_Energia/Oceanos_Energia.htm
- [35] Reporte anual – 2004 de EIA (Energy Information Administration).
- [36] Renewables 2012 global status report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN 21), www.ren21.net
- [37] <http://faircompanies.com/blogs/view/esperando-la-ley-moore-la-energia-solar-fotovoltaica/>
- [38] www.eis.uva.es/energiasostenible/wp-content/uploads/2011/12/hornos-solares-de-bajo-coste.pdf
- [39] www.solarcooking.org/espanol/wallovn1-span.htm
- [40] www.elblogverde.com/deshidratador-solar-para-zonas-de-bajos-recursos/
- [41] www.inti.gob.ar/sabercomo/sc75/inti6.php
- [42] www.es.scribd.com/doc/378380/Chimenea-solar-wikipedia
- [43] www.solartec.org/SVTermica.htm
- [44] H. Tsubomura, *Critical Reviews in Solid State Material Sciences*, 18 (1993) 261.
- [45] P. Jackson, D. Hariskos, E. Lotter, S. Paetel, R. Würz, R. Menner, W. Wischmann and M. Powalla, *Prog. Photovolt: Res, Appl.* (2011) Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/pip.1078.
- [46] K. Ramanathan et al. *Prog. Photovolt. Res. App.* 11 (2003) 225.
- [47] M. Powalla, B et al. *Proceedings 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference Paris, France, (2004).*
- [48] Data compiled by Lawrence Kazmerski, National Renewable Energy Laboratory (NREL).
- [49] J. Zhao, A. Wang and M.A. Green, *Prog. In Photovoltaics*, 2 (1994) 227
- [50] P. Jackson, D. Hariskos, E. Lotter, S. Paetel, R. Wuerz, R. Menner, W. Wischmann and M. Powalla, *Prog. Photovoltaics* [DOI:10.1002/pip.1078] (2011).
- [51] L.L. Kazmerski, *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, 150 (2006) 105 – 135

- [52] *Semiconducting Polymers, Chemistry, Physics and Engineering*, G. Hadziioannou and P.F. van Hutten, Wiley-vch, (2000)
- [53] A. Goetzberger, *Materials Science and Engineering R.*, 40 (2003) 1 – 46
- [54] D. G. Nocera, *The Artificial Leaf*, *Acc, Chem. Res.*, 2012, 45 (5), pp 767–776
- [55] www.erenovable.com/top-5-de-los-inventos-relacionados-con-la-energia-solar/
- [56] www.solarthermalmagazine.com/2012/05/22/socalgas-accelerates-newest-solar-technology-to-co-produce-renewable-energy-and-cooling/
- [57] A. M. Kolpak and J. C. Grossman, “Azobenzene-Functionalized Carbon Nanotubes as High-Energy Density Solar Thermal Fuels”, *Nano Letters*, 11 (2011) 3156–3162. [dx.doi.org/10.1021/nl201357n](https://doi.org/10.1021/nl201357n)