



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO
ECONÓMICO Y SOCIAL**

**LA ENERGÍA SOLAR COMO ALTERNATIVA
AL DESARROLLO LOCAL EN PUEBLA**

T E S I S

PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRÍA EN DESARROLLO ECONÓMICO

Y

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

P R E S E N T A

JESÚS ISRAEL MOZO SÁNCHEZ

COMITÉ DE TESIS

DR. FORTUNATO CUAMATZIN BONILLA

DR. PEDRO GARCÍA CAUDILLO

DR. EUDOXIO MORALES FLORES

PUEBLA, PUE. DICIEMBRE 2016

Para mi querida sobrina Elizabeth Mozo

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el otorgamiento de la Beca Nacional, así como la Beca Foro Bilateral México-Estados Unidos sobre Educación Superior, Innovación e Investigación (junio 2015)

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (VIEP), por el apoyo en recursos para la realización de una estancia de investigación.

A Marius Cucurni director de Tierra Institute International por su amistad y amable hospitalidad, pero sobre todo por compartir información que alentó el interés por la energía solar

A la Familia Bravo que me abrieron las puerta de su casa en California, en especial a doña Vicky que me brindó su amistad haciendo más amena la estancia en el país vecino

A las profesoras y profesores de la maestría por su ayuda y amabilidad

A Angie Quiroz por su paciencia y apoyo en cuestiones administrativas

Al profesor Fortunato Cuamatzi por darme la libertad de poder incursionar en diversas disciplinas que generaron insumos al proyecto.

A los profesores Pedro García y Eudoxio Morales que pertenecieron al comité tutorial, que con sus atinadas observaciones se consolidó la investigación.

A mis compañeros de maestría

Y a mi familia

RESUMEN

La presente tesis está enfocada en vislumbrar un tema de suma importancia como es la implementación de energías renovables. El contenido está compuesto por tres capítulos que atienden tres temas centrales: análisis de la importancia de la energía en la historia del ser humano; el debate y alternativas al calentamiento global y los resultados de la implementación de un calentador solar de bajo costo en un hogar de la ciudad de Puebla. Nuestra finalidad es hacer ver que la energía solar que reside en nuestro territorio tiene el potencial para incentivar el desarrollo local.

ÍNDICE

Gráficas	IX
Figuras	X
Recuadros	XI
Acronimos	XII
Introducción	13

CAPÍTULO I

UNA BREVE HISTORIA DE LA ENERGÍA

I.1 Los primeros homínidos	17
I.1.1 La primer revolución energética	19
I.1.2 De hombre-bestia a hombre	20
I.1.3 Cultivando calorías	22
I.1.4 La domesticación de animales, más watts a nuestro servicio	24
I.2 Las fuerzas de la naturaleza	26
I.2.1 El molino	26
I.2.2 Los barcos de vela	27
I.2.3 De la madera al carbón	27
I.2.4 Carbón mineral	28
I.3 La primer revolución industrial	29
I.3.1 La máquina de vapor	29
I.3.2 El gran salto del transporte	30
I.3.3 La locomotora	31
I.3.4 Naviós de vapor	32
I.3.5 La imprenta de vapor	32

I.4 La segunda revolución industrial	33
I.4.1 Tesla y Edison la rivalidad que iluminó al mundo	34
I.4.2 Un nuevo inquilino en la ciudad	36
I.4.3 La energía nuclear	38
I.5 La era desarrollista	39
I.5.1 La primera crisis petrolera	40
I.6 Las críticas al desarrollo económico	42

CAPÍTULO II

EL DEBATE DEL CALENTAMIENTO GLOBAL Y LAS ALTERNATIVAS

II.1 El dióxido de carbono, el contaminante del siglo XX y XXI	45
II.2 La importancia del efecto invernadero	49
II.3 Las primeras mediciones sobre el calentamiento de la tierra	51
II.4 Los desastres naturales	54
II.4.1 El impacto de los huracanes	54
II.4.2 El riesgo de la elevación del mar	55
II.4.3 Días calurosos	56
II.5 Los críticos del calentamiento global	57
II.5.1 Climategate	57
II.5.2 Críticas al palo de hockey	60
II.5.3 Nuevas evidencias sobre el calentamiento global	61
II.5.4 La vida en el período cálido	64
II.6 Alternativas energéticas	65

II.2.6.1 Energía eólica	66
II.6.2 Energía hidroeléctrica	69
II.6.3 Biocombustible	70
II.6.4 Energía solar	71
II.7 Eficiencia energética	73
II.8 La energía renovable sólo optimas en algunos lugares	76
II.8.1 Zonas óptimas para la energía solar y eólica	77
II.9 Las energías renovables más populares	79
II.10 El verdadero reto de las energías renovables	82
II.10.1 Baterías	82

CAPÍTULO III

INCENTIVANDO EL DESAROLLO LOCAL

III.1 De California a Puebla	85
III.2 El desarrollo local como alternativa	86
III.3 La radiación solar en Puebla	89
III.3.1 Localización del calentador solar Kepler 1.0	90
III.3.2 Los primeros pasos en la implemetación de Kepler	93
III.4 Valoración del prototipo	95
III.4.1 Costo de fabricación	95
III.4.2 Rendimiento del calentador solar	97
III.4.3 Días soleados	97
III.4.4 Días medio nublados	98
III.4.5 Días nublados	99

III.4.6 El ahorro del gas L.p.	101
III.4.7 Comparación entre calentadores	102
III.4.8 Actitud en la adopción de la energía solar	103
III.5 Futura evolución de Kepler	103
Conclusiones	107
Bibliografía	110

GRÁFICAS

Gráfica I.1: Estimación del Consumo de kilocalorías de Earl Cook en 1971, hasta industria temprana	33
Gráfica I.2: Estimación del Consumo de kilocalorías de Earl Cook en 1971	41
Gráfica I.3: Evolución del consumo de Kilocalorías en occidente	41
Gráfica II.1: Consumo de Fuentes de energía 1850-2000	46
Gráfica II.2: Países que han emitido más co2	46
Gráfica II.3: Energía consumida por sector en Estados Unidos	47
Gráfica II.4: Sectores en México que producen más co2	47
Gráfica II.5: Sectores que consumen más gas	48
Gráfica II.6: Sectores en consumen más gas	49
Gráfica II.7: Observatorio de Mauna Loa, Hawaii. Promedio mensual de concentración de co2; datos de octubre 2013	52
Gráfica II.8: Temperatura media de 1880-2000	52
Gráfica II.9: Palo de hockey de 1999	61
Gráfica II.10: Temperatura de hace 2000 años	62
Gráfica II.11: Mínimo de Maunder (pequeña era de hielo)	63
Gráfica II.12: Horario en el que Viento es ideal	67
Gráfica II.13: Variabilidad del viento en Colimbo, Chile	68
Gráfica II.14: Porcentaje y capacidad de energía eólica en el mundo	68
Gráfica II.15: Contribución y aumento de la energía térmica en el mundo	70
Gráfica II.16: Descenso del precio por watts en paneles solares	71
Gráfica II.17: Radiación solar en Puebla	72
Gráfica II.18: Desenso del precio por watts en paneles solares	75
Gráfica III.1 : Variación de la radiación solar en Puebla	100

FIGURAS

Figura II.1: Efecto invernadero	50
Figura II.2: Efecto invernadero trastornado	50
Figura II.3: Febrero, el mes más caluroso de 2016	57
Figura II.4: Zonas donde la energía eólica tiene gran potencial (Datos de 2006)	78
Figura II.5: Radiación solar en el mundo	78
Figura III.1: Radiación solar en el México	88
Figura III.2: Radiación solar en Puebla	90
Figura III.3: Localización de calentador solar	91
Figura III.4: Calentador solar Kepler 1.0	91
Figura III.5: Interfaz kepler 1.0	92
Figura III.6: Posición promedio	93
Figura III.7: Micro controlador durante la noche	94
Figura III.8: Display con datos centigrados	104
Figura III.9 Versión 2.0	105

RECUADROS

Recuadro II.1: % en el mundo de energía hídrica y países que hacen uso de ella	69
Recuadro II.2: Incremento de las energías renovables 2013 a 2014	73
Recuadro II.3: Evolución del rotor de turbinas eólicas que se traduce en potencia	74
Recuadro II.4: energías renovables y petróleo en el mundo (en inglés)	79
Recuadro II.5: energías renovables y petróleo en México (en inglés)	80
Recuadro II.6: energías renovables y petróleo en el mundo	80
Recuadro II.7: energías renovables y petróleo en México	81
Recuadro II.8: energías renovables y petróleo en Dinamarca (en inglés)	81
Recuadro III. 1: Modelo de evaluación	95
Recuadro III.2 costo de fabricación de kepler 1.0	96
Recuadro III.3: codificación en número de duchas	97
Recuadro III.4 rendimiento del calentador solar en días soleados	98
Recuadro III.5 rendimiento del calentador solar en días medio nublados	99
Recuadro III.6 rendimiento del calentador solar en días nublados	100
Recuadro III. 7: con calentador vs sin calentador	101
Rendimiento III.8: con calentador vs sin calentador con baja radiación solar	101
Recuadro III.9: kepler vs calentador solar comercial	102

ACRÓNIMOS

BID	Banco Interamericano de desarrollo
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
CRU	Unidad de Investigación climática
GAS LP	Gas licuado
IPCC	Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático
LIT	Ley de transición energética
MIT	Instituto tecnológico de Massachussetts
MMPCD	Millones de pies cúbicos diarios
NASA	Administración nacional de aeronáutica y espacio
NCAR	Centro nacional de investigación atmosférica
NRC	Consejo nacional de investigación
NOAA	Administración nacional de oceánica y atmosférica
NCA	Centro nacional de investigación atmosférica
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPEP	Países exportadores de petróleo
ONG	Organización no gubernamental
UEA	Universidad de East Anglia

INTRODUCCIÓN

La presente narrativa tiene la intención de acercarnos a un tema de suma importancia como es la implementación de energías alternativas, que buscan ser un recurso que facilite el independizarnos en un porcentaje considerable de los combustibles fósiles. El augurio de que el reinado del petróleo está por terminar tiene cada vez más resonancia, esto por el debate del calentamiento global; dicha disrupción viene acompañada de innovaciones tecnológicas que buscan brindar energía limpia y amigable al medio ambiente, haciendo uso de recursos naturales como el: viento, sol, agua y biomasa. En el mundo podemos encontrar países que se han enfocado en el impulso y uso de energías renovables para satisfacer sus demandas energéticas; empresas que tratan de generar un nuevo mercado, como Tesla motors, compañía de Elon Musk el Henry Ford del siglo XXI como lo llaman algunos, que tiene la intención de revolucionar el panorama energético, con la más popular de las energías verdes que es la solar.

Los sectores que consumen más combustibles fósiles a nivel global y local son la industria, transporte y casas habitación. Por el carácter de la maestría que concibe al desarrollo desde una perspectiva más integral; el sector doméstico figura como el más óptimo para poder incidir, dado que es un espacio en el cual se tienen que satisfacer diversas demandas energéticas como: energía eléctrica, energía calorífica (gas licuado), energía nutricional (alimentos), etc., para obtener una mejor calidad de vida. Nosotros nos enfocamos en satisfacer la energía calorífica que se usa para proveer agua caliente.

Para poder lograr interés en nuestro tema, hemos echado mano de diversas ciencias para enriquecer la comprensión sobre el tema de la *energía*, que a simple vista puede parecer una cuestión técnica como: corriente eléctrica generada por positivo y negativo, combustión de material para la generación de fuerza motora, radiación solar, etc., sin embargo, va más allá de estas enunciaciones, porque su uso con lleva implicaciones sociales.

Bajo estas consideraciones, presentamos el esquema que guio nuestra investigación.

Pregunta investigación:

¿De qué manera el uso de energía renovable como la solar puede satisfacer nuestras demandas energéticas y potencializar el desarrollo local?

Preguntas de trabajo:

- ¿Podemos considerar a la energía como una variable importante que posibilitó la creación de un sistema social complejo?
- ¿En el contexto mundial las energías renovables son una opción viable para mantener el estilo de vida de nuestras sociedades?
- ¿Las energías renovables qué papel juegan contra el calentamiento global?
- ¿Qué países tiene el potencial para poder desarrollar energías renovables?
- ¿La energía solar en Puebla tiene potencial para poder generar desarrollo local?

Objetivo general:

Visualizar el potencial de la energía solar y mostrar su pertinencia como elemento para promover el desarrollo local en el estado de Puebla.

Objetivo particular:

- Conocer la importancia de la energía como un elemento que nos ha permitido alcanzar los altos grados de complejidad social.
- Identificar los diversos aspectos sobre el tema del calentamiento global
- Conocer las diversas energías renovables y analizar potencial
- Establecer el grado de pertinencia sobre la implementación de un calentador solar de bajo costo en la ciudad de Puebla

El método que se utilizó fue el abstracto-concreto, concreto-abstracto. Lo que elabora este método es que la realidad la representa por medio de conceptos, a esto se le llama nivel de abstracción, mientras que lo concreto hace referencia a la realidad, pero desde una perspectiva contextual situacional e histórica; lo que nos permitió desarrollar una estrategia de comprobación sobre los supuestos que sustenta la investigación, lo que da como resultado confrontar la teoría con la realidad y viceversa, con la finalidad de concebir un nuevo conocimiento.

La metodología que se aplicó para las dos terceras partes del proyecto, fue el consultar numerosas fuentes bibliográficas. La primera parte consistió en identificar y describir las

diversas energías que se han presentado desde el origen de los primeros seres humanos hasta nuestros días, con la finalidad de visualizarla como una variable que ayudó a configurar nuestra sociedad actual; al mismo tiempo, pero para nuestra segunda fracción estudiamos una de las problemáticas que se enfrenta la humanidad como es el debate del calentamiento global, confrontamos la visión antropocéntrica con nuevos hallazgos sobre el incremento de temperatura de la tierra, esto nos llevó a exhibir el tema de las alternativas energéticas. Y para concretar con la última parte, exhibimos a la energía solar como una opción que se puede implementar en un hogar doméstico, esto se logro con un calentador solar que se fabricó con materiales de bajo costo y con un soporte de micro controladores y software que nos ayudó a monitorear su implemetación en Puebla.

Con lo mencionado en los párrafos anteriores, la investigación se consolidó en tres capítulos; el primero de ellos parte analizando las diversas fuentes de energías que han aparecido durante la historia del ser humano, iniciando con la primer revolución energética, que fue el dominio del fuego, posteriormente, la agricultura y domesticación de animales que ayudó a obtener energía suficiente y extra para satisfacer el hambre y otras necesidades; con la apropiación de dichos elementos los seres humanos lograron consumir más y más energía, incitándolos así, asumir una nueva actitud frente a la naturaleza, que se fortaleció con la primera y segunda revolución industrial. Una de las implicaciones sociales que dejó el incremento de energía fue el surgimiento de un sistema social complejo que forjaba subsistemas que creaban relaciones económicas, políticas y culturales.

En lo que refiere al segundo capítulo atendemos al debate del calentamiento global y las alternativas; para ello examinamos las causas que intervienen en el incremento de la temperatura de la tierra como: el excesivo incremento de contaminantes a la atmósfera, el fenómeno del efecto invernadero; nuevos hallazgos de los estudiosos del tema y para establecer un mejor contraste atendermos a las posturas de los escépticos. Y para cerra dicho apartado incursionamos en las alternativas como es el uso de energías limpias: eólica, solar, hidroeléctrica y biodiesel, donde analizamos los pros y contras a la hora de su uso, ya que por depender de condiciones climáticas su funcionamiento se vuelve nulo o eficaz. Así mismo, buscamos ser los más realistas posible cuando se dice que pueden sustituir con facilidad a los combustibles fósiles.

Para el último apartado, nos concentramos en la implementación del calentador solar, al que llamamos Kepler 1.0. Comenzamos mostramos a detalle el cómo se gestó la idea de optar por la energía termo-solar y cómo esta podría ser un componente importante para impulsar el desarrollo local en Puebla. Concebimos una presentación de Kepler en cuanto a como luce; los costos de fabricación, instalación y evaluación. La valoración se presenta tanto cuantitativamente como cualitativamente en un pequeño modelo de nos ayudó a simplificarlos datos.

Y para finalizar el proyecto de investigación, plasmamos nuestra conclusión general mencionando que la energía es una variable que hay que considerar para comprender la complejidad social de la que hoy gozamos, sin embargo, su consumo excesivo trajo daños colaterales, como es la polución del medio ambiente; ante esto las energías renovables se manifiestan como un recurso que nos pueden ayudar a incidir en dicha problemática, y la energ solar se muestra como la mejor opción para hacerlo, ya que es un recurso natural de la que por suerte nuestro territorio goza. Su implementación traería diversos beneficios en pro del desarrollo local de Puebla: menos contaminación a la atmósfera, una independencia considerable de los combustibles fósiles, generación de nuevos valores que promuevan el cuidado del medio ambiente y la creación de un nuevo mercado que ofrecería nuevos empleos y servicios llamados verdes.

CAPÍTULO I

UNA BREVE HISTORIA DE LA ENERGÍA

Como punto de partida para entender la importancia que tiene la energía en nuestra sociedad actual, es imperante prestar atención al desarrollo histórico que este elemento ha tenido y aportado a los diversos ámbitos que competen a la vida humana como: económico, político, social, cultural y biológico. Esta retrospectiva contemplara esos momentos clave en las que el ser humano se apropió o sustituyó fuentes de energía por unas más eficaces; desde el dominio del fuego hasta el uso del petróleo y la energía eléctrica se generaron grandes cambios sociales.

I.1 LOS PRIMERO HOMÍNIDOS

Algo increíble sucedió hace unos 6 millones de años, era el inicio de nuestra historia, y fue con el alumbramiento de dos crías a partir de una simia, una de ellas se convirtió en la antepasada de los chimpancés y la otra dio pie al género Homo¹ (Harari, 2014). Menciona Harari (2014) que la evolución de los Homos se originó a partir de la travesía del Australopithecus², ya que hace 2 millones de años dejó África Oriental para explorar nuevos territorios, mismos que presentaron climas adversos propiciando así el desarrollo de cuerpos diferentes que les permitiría adaptarse a las exigencias de su nuevo ambiente, dando pie a los: homosapiens, homo erectus, homo neanderthal, homo soloensis y otros más.

Nuestros ancestros hace unos 2 millones de años no tenían el poder de transformar su medio ambiente, sus organizaciones sociales eran muy pequeñas y exclusivamente se formaban principalmente por lazos sanguíneos (Harari, 2014). Estaban a merced de la

1 Yuval Noah Harari en su obra *Sapiens* (2014) nos menciona, que aún persiste la idea en el imaginario colectivo el pensar que el ser humano al que llamamos Homo Sapiens, es el resultado de una línea evolutiva, es decir que nuestra evolución como humanos se presentó de manera secuencial, pasamos de homo erectus a homo neandertal y por fin a homo sapiens. Pero no es así, ya que hay evidencia de que coexistieron casi al mismo tiempo, pero en diversos ambientes que les confirieron características diferentes. Por ello es que nosotros pertenecemos al género Homo pero a la especie Sapiens.

2 Un gran descubrimiento aconteció hace unos 43 años, un equipo de paleontólogos en Etiopía se toparon con los restos de un Australopithecus hembra al que le llamaron “Lucy” el nombre fue porque en ese momento de la recuperación de los fósiles estaban escuchando en la radio la canción *Lucy in the sky with diamonds* de los Beatles. Después de varios estudios se pudo concluir que Lucy ya caminaba erguida y sus pies ya prestaba una curvatura como la nuestra. Lucy es la conexión con nuestros parientes simios (El País, 2015).

tempestad del clima; se alimentaban gracias a frutos y semillas que encontraban; y únicamente se aventuraban a cazar animales muy pequeños; morían tempranamente por enfermedades; pero sobre todo estaban siempre alerta para no ser devorados por animales más grandes y fuertes que ellos (Harari, 2014). Como menciona Harari (2014), éramos “... uno de los desvalidos de la sabana...” (p:39).

La forma en cómo empezaron a conocer el mundo nuestros antepasados homínidos seguramente se efectuó por medio de la experiencia, y una de esas grandes experiencias fue el conocimiento del fuego. En primer instancia tuvieron que darse cuenta que este fenómeno no se presentaba espontáneamente, sino que necesitaba de ciertas condiciones, una de ellas, un clima que propiciaba la caída de un rayo producido por una gran tormenta eléctrica que hacía estruendo en el firmamento, aquella luz que se desplegaba por el cielo de repente caía sobre un árbol con gran poder produciendo así una gran flama, si era de noche iluminaba y si hacía frío proveía calor. Otro fenómeno natural como la erupción de un volcán pudo producir algunas veces grandes incendios, proporcionando un espectáculo de flamas que consumía grandes dimensiones de bosque.

Sin duda tuvieron que surgir diversas experiencias para poder entender que esa flama que se movía de un lugar a otro con un color intenso que proporcionaba luz y calor también producía dolor al menor contacto (Mora, 2010)

Menciona Harari (2014) que hace unos 800.000 años algunos de nuestros ancestros pudieron hacer uso algunas veces de esa reacción química llamada fuego, pero siempre dependiendo de algún fenómeno natural que les proporcionará esa ventaja.

En este sentido, podemos decir que todavía no teníamos el poder de configurar nuestro entorno a merced de nuestras necesidades y deseos, nos manteníamos bajo las leyes de la naturaleza donde el más fuerte y el que mejor se adaptaba sobrevivía; y para poder obtener los beneficios del fuego siempre dependíamos de algún fenómeno natural. Pero con el tiempo cambio la situación.

I.1.1 LA PRIMER REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

Una de las capacidades que fuimos desarrollando con el tiempo, fue la apropiación de la energía exosomática³ (Fernández y González, 2014), una de esas conquistas como nos dicen Fernández y González (2014) fue la dominación del fuego, presentándose así la primer revolución energética de la historia.

Harari (2014) alude a que “Hace unos 300.000 años, los Homo erectus, los neandertales y Homo sapiens usaban el fuego de manera cotidiana” (p:39). ¿Pero qué significó el poder manipular el fuego?

En primera instancia nos brindó una gran independencia, puesto que se abandonó el depender de fenómenos naturales para obtener aquellas llamas, podíamos encender el fuego en cualquier momento y lugar para ocuparlo en nuevas y diversas actividades. Tanto era el poder en nuestras manos que podíamos efectuar pequeños cambios en nuestro entorno, como el poder incendiar un territorio pequeño o grande, ya sea en manos de un hombre, mujer o adolescente que tuviera la tecnología para portar o producir llamas (Harari, 2014)

Atendiendo a la idea de Harari, podríamos decir que el fuego como fuente de energía se democratizó, aquella apropiación hizo que los seres humanos sin importar su condición pudieran acceder aquellos beneficios que devinieron con su uso.

Otras de las ventajas que otorgó el fuego fue el poder brindar calor en zonas donde la temperatura era sumamente fría, evitando así la muerte por hipotermia. También se extendió el tiempo para efectuar otras actividades, ahora se podían iluminar cuando caía la noche. Pero sobre todo aminoró ese miedo constante que se le tenía a los grandes depredadores, puesto que se utilizó como mecanismo de defensa (Fernández y González, 2014)

El fuego se convirtió en una herramienta poderosa que sumó entre 50 y 80 W de potencia a los 100 W⁴ del hombre (Prieto citado por Fernández y González, 2014).

3 La energía exosomática es la que se genera con el cuerpo u otro material o herramienta, mientras que la energía endosomática se produce dentro del cuerpo para realizar sus funciones vitales (Fernández & González, 2014). Ejemplo de energía exosomática es la electricidad producida por carbón.

4 El ser humano con una alimentación optima puede generar 100 w de potencia (Fernández y González, 2014). También se le conoce al Watt como Vatio, es su equivalente.

I.1.2 DE HOMBRE-BESTIA A HOMBRE

La cocción de alimentos como: vegetales, tubérculos, semillas y carne nos llevó a ese gran proceso de humanización, fue por primera vez que un animal guisaba sus alimentos (Mora, 2010), y como menciona Mora (2010) “evolucionaba de hombre-bestia a ser humano” (p:7)

El exponer los alimentos al fuego trajo cambios biológicos. La dentadura se modificó volviéndose más pequeña, el cerebro tuvo la oportunidad de crecer por nuevos nutrientes que recibió, los intestinos se volvieron más cortos y la dieta alimenticia se diversificó, por ejemplo, los cereales y tubérculos únicamente se pueden consumir cocidos (Harari, 2014). Las implicaciones que se obtuvieron fue una mejora de salud de las poblaciones, se extendió la esperanza de vida; esto se debió a que la dentadura no sufría tanto, porque anterior a la cocción los dientes se desgastaban mucho por masticar carne u otros alimentos crudos que propiciaban efectos de desnutrición y muerte; así mismo se obtuvo seguridad alimentaria porque gracias a la lumbre los parásitos no sobrevivían y los alimentos no se descomponían rápidamente (Mora, 2010)

Menciona Harari (2014), los chimpancés dedican casi cinco horas para poder masticar e ingerir alimentos crudos, mientras que nosotros tenemos la ventaja de hacerlo en una hora por tener la habilidad de cocinar.

Ante esto, el poder dominar el fuego facultó determinadas metamorfosis biológicas que permitió prolongar los años de vida, también amplió el menú de alimentos que propiciaron nuevos nutrientes y que seguramente ayudaron a desarrollar el sentido gustativo; pero sobre todo hizo más eficientes el ingerir alimentos en un menor tiempo. Podríamos decir que accedimos a una mejor calidad de vida.

Otro aspecto importante a mencionar, es que gracias al fuego se pudo ir construyendo una nueva noción del tiempo diferente a la que marcaba la salida y puesta del sol. Al caer noche con ayuda de las llamas se podían iluminar para efectuar nuevas actividades, estas nueva tareas pudieron ser el dedicar espacio para pensar y crear lazos más fuerte de comunidad (Mora, 2014)

Al ser la lumbre un elemento que propiciaba ventajas importantes, éste recibió un nuevo significado, uno metafórico como menciona Mora (2014); esa nueva re-significación con el transcurso del tiempo derivó en diversas representaciones; en la cultura occidental, por

ejemplo, la religión católica simboliza a las llamas como fuente de purificación para los pecadores; mientras que en el ámbito de la literatura tiene la virtud de representar pasión y amor (Mora, 2014)

El fuego al ser apropiado por nuestros ancestros se hicieron de una gran fuente de energía y poder que les permitió verse en una nueva posición, no únicamente una nueva configuración biológica, sino una nueva actitud (Harari, 2014). A esto se le sumaron otros elementos⁵ que pusieron al hombre en la cima de la cadena alimenticia. Y Como menciona Harari:

Ese salto espectacular desde la zona media a la cima tuvo consecuencias enormes. Otros animales de la cumbre de la pirámide, como leones y tiburones, evolucionaron hasta alcanzar tal posición de manera gradual, a lo largo de millones de años. Esto permitió que el ecosistema desarrollara frenos y equilibrios que impedían que los leones y tiburones causarían excesivos destrozos, A medida que los leones se hacían más mortíferos, las gacelas evolucionaron para correr más rápido, las hienas para cooperar mejor y los rinocerontes para tener más mal genio. En cambio, la humanidad alcanzó tan rápidamente la cima que el ecosistema no tuvo tiempo de adecuarse. Además, tampoco los humanos consiguieron adaptarse. La mayoría de los depredadores culminales del planeta son animales majestuosos. Millones de años de dominio los han hecho de confianza en sí mismos. Sapiens, en cambio, es más como el dictador de una república bananera. Al haber sido hasta hace poco uno de los desvalidos de la sabana, estamos llenos de miedos y ansiedades acerca de nuestra posición, lo que nos hace doblemente crueles y peligrosos. Muchas calamidades históricas, desde guerras mortíferas hasta catástrofes ecológicas, han sido consecuencia de este salto demasiado apresurado (Harari, 2014:38-39).

Hasta aquí, con lo que sea abordado podemos decir que el poder dominar la energía exosomática como el fuego dio pie a diversos cambios que beneficiaron la posición del ser humano, jerárquicamente se impuso ante otros seres vivos e incluso a la naturaleza; la forma de percibir su entorno cambio. También, sólo basto tiempo para apropiarse de otras energías por la necesidad de seguir sobreviviendo y manteniendo su nueva posición, porque no bastaba únicamente con tener el fuego, sino también dominar otros elementos.

⁵ El poder caminar erguido le permitió liberar las manos dando la oportunidad de fabricar herramientas cada vez más sofisticadas. El desarrollar un lenguaje propició una mejor cooperación y confianza en el otro (Harari, 2014).

I.1.3 CULTIVANDO CALORÍAS

Para que la agricultura se haya vuelto una elección, tuvieron que presentarse diversas circunstancias que orillaron a los seres humanos a cultivar sus demandas energéticas. El principal, satisfacer el hambre, otro, el cambio de clima que no permitió más el florecimiento de plantas de las que se alimentaban y la extinción o escasez de animales que cazaban (Diamond, 2004)

Según lo dicho, podemos decir que ante una escasez de energía la búsqueda de alternativas es eminente para sostener las demandas energéticas mínimas, eso permite que se generen innovaciones o nuevos descubrimientos que pueden estrechar las deficiencias de energía.

Alude Diamond (2004) que la agricultura no se pudo lograr en diversos lugares porque el medio ambiente muchas veces no fue el óptimo o tal vez sí lo era pero por la falta especies propensas a la agricultura no se logró, otra situación fue que simplemente los cazadores y recolectores no veían muy redituable dicha actividad.

Cook citado por Schettino (2014) menciona “... una persona que se dedica a cazar y recolectar para sobrevivir requiere de 5 mil kilocalorías, mientras que los agricultores del pasado remoto necesitaban al menos 12 mil” (p:17); estas kilocalorías⁶ no están definidas únicamente por alimentos, ya que los seres humanos requerimos de energía extra para poder satisfacer otras necesidades que nos brindan confort, por ejemplo, mantener una temperatura adecuada del cuerpo y para eso usamos vestimenta u otras fuentes que nos proporcionen calor (Schettino, 2014)

Un dato interesante es que los seres humanos del siglo XXI en promedio consumimos aproximadamente unas 230 mil kilocalorías (Morris, 2010). La diferencia de kilocalorías es abismal entre el pasado y el presente pero esa diferencia radica en que actualmente desempeñamos una gran variedad de actividades y consumimos una diversidad de productos.

⁶ Una kilocaloría presenta .252 calorías.

En el creciente fértil⁷ fue donde se originaron los más importantes avances en la agricultura hace aproximadamente 6 000 a.C. presentándose así las primeras sociedades con los primeros signos de complejidad social, y se debió a que los terrenos de cultivos crearon excedentes alimenticios permitiendo que surgieran nuevas figuras con un rol social diferente, es decir, personas que se encargaban de nuevas actividades que no eran el proveer alimentos, sino atender aspectos como: religiosos, políticos y económicos (Diamond, 2014)

Hay que decir que dentro de las mejores formas de captación de energía solar, la agricultura representa algo excepcional, transforma los rayos del sol en abasto energético (Fernández y González, 2014)

Los Sumerios, una de las primeras civilizaciones más antiguas de Mesopotamia, fueron los primeros en manifestar esos signos de complejidad, fue uno de los primeros centros urbanos de Oriente Medio donde se efectuaron las primeras obras públicas por parte de los nuevos dirigentes (gobernantes), instaurando los primeros sistemas de riego que abastecieron de agua a los terrenos de cultivo, edificaron templos de grandes dimensiones que alojaron sacerdotes y representantes de algo muy parecido a un pequeño Estado, pero sobretodo se incitó a las primeras actividades de comercio donde surgió el trueque.

Con el cultivo de alimentos el sedentarismo fue un estilo de vida que estimuló un incremento demográfico, las mujeres pudieron tener más hijos, puesto que la movilidad sólo les permitía procrear un hijo cada cuatro años, mientras que un lugar fijo dio oportunidad cada dos años (Diamond, 2004)

Por el aumento de población se presentó una modificación al medio ambiente que se exhibió con mayor claridad, pues se tuvieron que incendiar bosques con la finalidad de disponer de nuevos terrenos por una mayor demanda de alimentos, eso propició el experimentar con otros cultivos que con el tiempo derivaron en mutaciones que beneficiaron a los agricultores y consumidores (Fernández y González, 2014).

⁷ El creciente fértil es una zona histórica localizada en Asia sur-occidental y fue idóneo para el surgimiento de la agricultura y domesticación de animales gracias a su clima mediterráneo; en este lugar se aclimataron ocho cultivos que son: trigo escanda, trigo esperilla, cebada; lenteja, guisante, garbanzo, arveja y lino. A estos cultivos se les llama “cultivos fundadores” porque dieron pie a la agricultura en el mundo (Diamond 2004).

Para darnos una idea del incremento poblacional, las técnicas más básicas de agricultura podían sostener entre 20 y 30 personas/km², mientras que las sociedades con mayor conocimiento sobre el cultivo como la: Mesopotámica, Egipcia y China podían alimentar de 100 a 200 personas/km² (Smil, s.f.)

En la actualidad el planeta soporta aproximadamente 7,347 mil millones de habitantes (Banco Mundial, 2016) y se estima que para el 2050 seamos 9,000 mil millones (Foresight, 2011), el incremento poblacional no es demasiado si lo comparamos con el pasado, pero a pesar de ello la demanda de alimentos aumentará porque la principal demanda surgirá de países en desarrollo que poco a poco acceden a ingresos que les permite obtener una dieta más variada (FAO, 2009). Para dicha situación se pretender recurrir a la nanotecnología, transgénicos y nuevas técnicas de cultivación (Forensight, 2011) que prometen ser más eficientes para proveer la energía (alimentos) necesaria para los futuros habitantes.

Simultáneamente con la evolución de la agricultura, también se presentaba la apropiación de la energía de los animales, y era mediante alimento y fuerza bruta; esta vez no teníamos que cazarlos sino: alimentarlos, reproducirlos y criarlos.

I.1.4 LA DOMESTICACIÓN DE ANIMALES, MÁS WATTS A NUESTRO SERVICIO

Los primeros intentos de agricultura se efectuaron en suelos blandos, se realizaban por medio de herramientas como palos que exhibían un diseño particular que permitía crear surco para poder introducir la semilla, pero cuando las tierras se tornaron más duras y difíciles de labrar se empezó a utilizar la energía de animales grandes; este avance permitió una eficacia en la producción de alimentos (Diamond, 2004)

La potencia que se consiguió de los animales fue de 200 W cuando se utilizaron vacas o bueyes muy jóvenes, 300 W en animales de edad madura y algunas veces se logró obtener más de 500 W gracias a bueyes y caballos bien alimentados, lo que significó un ahorro de mano de obra de seis a ocho personas (Smil, s.f.)

Rifkin, (2010) en su obra *La sociedad empática* menciona que el caballo no mostró su real potencia sino hasta que se inventó la herradura que le brindó tracción adicional, además de los arreos que eran correas que se colocaban a final del cuello del animal permitiendo así potencializar el tirar la yunta, carreta y arado.

Otro beneficio que brindó el amansar al caballo fue que ayudó hacer los ejércitos más eficaces, puesto que podían desplegar una potencia de 1 kw⁸ (Smil, s.f.), que puede traducirse en una velocidad de 60 km/h o una resistencia para recorrer 140 km.

La domesticación de animales contribuyó a obtener un abastecimiento de productos como: carne, leche, huevo, lana, cuero, estiércol como fertilizante, etc. De igual forma permitió tener animales de carga que ayudaron a transportar grandes cantidades de alimentos en un tiempo mucho menor, dado que anteriormente se hacía sobre la espada de los seres humanos (Diamond, 2004)

El poder transportar una mayor cantidad de alimentos en un tiempo mucho menor, dio bases para poder comercializar con nuevos lugares, que además de brindar un nuevo mercado, también generó nuevas experiencias culturales; el tiempo y el espacio se reconfiguraban.

Cook (1971) en su obra *The flow of energy in an Industrial Society* presenta una estimación de las calorías que se llegaron alcanzar con la agricultura temprana y domesticación de animales, la cantidad corresponde a 15,875.7 kilocalorías y cuando la agricultura fue madurando creció a 25,955.6 Kilocalorías.

La agricultura y domesticación brindaron por mucho tiempo la energía suficiente para que varias civilizaciones pudieran sentar las bases que les permitió generar un sistema complejo, algunos de estos sistemas como el social buscan incrementar su complejidad, en consecuencia tienden a demandar más densidad y flujo de energía y si no la satisfacen tienden a colapsar (Fernández y González, 2014)

Morris, (2013) en su obra *The Measure of Civilization* propone un índice de desarrollo social que se generó a partir de un análisis socio-histórico de varias sociedades, tomando en cuenta cuatro variables, una de esas variables es la captación de energía. Uno de sus hallazgos muestra que la caída del Imperio Romano se debió en parte a la falta de generar y captar energía.

⁸ Un kilowatt (kw) es equivalente a 1000 watts.

I.2 LAS FUERZAS DE LA NATURALEZA

La velocidad del viento y el flujo del agua se convirtieron en otros recursos que brindaron satisfacción a nuevas demandas energéticas, por primera vez se usaban las energías renovables pero de forma muy limitada. Para eso se empezaron a imaginar ideas innovadoras como: navíos de vela para poder surcar los mares y molinos para aprovechar el flujo de viento y agua.

I.2.1 EL MOLINO

Los molinos fueron máquinas que se construyeron para aprovechar la energía del aire y agua. Contenían un mecanismo formado por engranajes que se movían por medio de unas grandes aspas donde circulaba ya sea agua o viento, derivando en una potencialización de la energía. Estos artefactos fueron de uso común en la edad media para moler trigo, pigmentos, aserrar y otras actividades (Rifkin, 2010)

Se tiene conocimiento que el molino ya se utilizaban con anterioridad en sociedades como: la griega y romana, pero su uso era marginal (Rendondo, 2008)

White citado por Rendondo (2008) menciona que el molino volvió consiente al hombre de que tenía la oportunidad una vez más de controlar otros recursos según sus deseos.

Contradiendo a White no se logra controlar las energías renovables según los deseos, ya que existen limitantes, como que el viento cuando debe soplar no sopla, el rio se puede secar e inclusive actualmente si alguien quiere aprovechar eficientemente la energía del sol necesita un día despejado de nubes.

El molino con el tiempo se transformó en una maquina compleja que brindó una mejor eficiencia, por ejemplo, los molinos hidráulicos se volvieron más poderosos ofreciendo una potencia de 4 kw, casi cuatro veces lo que ofrecía un buen caballo (Smil, s.f.), al ser un artefacto de mucha utilidad su construcción se adaptó a los terrenos que proveían buenas corrientes de agua y aire (Rendondo, 2008). Entonces los molinos se volvieron parte del paisaje, en este sentido Rifkin señala:

Hacia 1790 había más de 500.000 molinos de agua en Europa que producían el equivalente a 2.250.000 caballos de fuerza y proporcionaban la energía para la producción de la mayoría de las mercancías y los productos básicos de una economía capitalista incipiente (Rifkin, 2010: 253).

Una de las situaciones que surgió fue la disputa y apropiación de caudales, provocando que algunas veces se desviarán para obtener un mayor beneficio, y fue así como surgió la idea de pagar el derecho de piso (Rendondo, 2008)

Según lo dicho, deducimos que hay zonas que son codiciadas porque proveen beneficios como fuentes de energía, y que el territorio define la implementación y uso de tecnologías para dicho fin. Hoy en la actualidad, estos recursos son administrados por el Estado, siendo el único que puede explotar o brindar concesiones sobre dichos recursos; no obstante los rayos del sol son más difíciles de privatizar, pero se puede imponer un impuesto por la tecnología que se implementa para aprovechar el sol.

I.2.2 LOS BARCOS DE VELA

Los barcos fueron un medio de transporte que no sólo permitió expandir e incrementar el comercio, también contribuyó a la conquista de nuevos horizontes.

Se sabe que hace unos 5,000 a. C. la fuerza del viento se ocupaba para desplazar embarcaciones en el río Nilo, la innovación que las impulsaba eran unas velas que se oponían a la fuerza del viento (Westra y Kuyuenhoven, 2007). Los grandes avances en la navegación se lograron en la Edad Media baja, se desafía por primera vez la visión de que el mundo era plano, los navegantes se aventuraron más allá del horizonte; grandes barcos se fabricaron para emprender largos viajes con velas grandes y sofisticadas atadas a grandes mástiles (Smil, s.f.). Además los remos de los marineros ayudaban a incrementar la velocidad. Una mezcla de fuerza se conjuntaba, el de la naturaleza y la del hombre.

I.2.3 DE LA MADERA AL CARBÓN

La madera fue un recurso sumamente preciado en la Edad Media, se utilizó para la construcción de casas, barcos, carretas; combustible para forjar metales, fabricar utensilios y proveer calefacción (Lewis Mumford citado por Rifkin, 2010); los artesanos y fabricantes de cristal y jabón en aquella época demandaban mucha ceniza para elaborar sus productos (Rifkin, 2010)

Macfarlane y Marton citado por Rifkin (2010) Insinúa que “...las invenciones basadas en el cristal fueron cruciales a la hora de defender la concepción racional y científica del mundo que catapultó a Europa occidental hacia la era moderna e industrial.” (p:316)

Esos cristales se utilizaron para la fabricación de telescopios y microscopios en el siglo XVII haciendo que personajes como Newton, Galileo y otros grandes científicos sentaran las bases de la ciencia que gestaría una nueva la visión del mundo (Rifkin, 2010)

Para el siglo XVI y XVII la escasez se evidenció, no solamente por la demanda, sino también porque la agricultura necesitaba cada vez más de terrenos fértiles y estos se obtenían deforestando grandes cantidades de bosque; la consecuencia fue que el precio de la madera oscilara casi al triple (Rifkin, 2010), ante dicha situación tuvieron que buscar otro elemento que fungiera como fuente de energía.

I.2.4 EL CARBÓN MINERAL

El carbón mineral a diferencia de la madera se utilizaba rara vez, porque era un material muy sucio, pesado y que desprendía humos tóxicos a la hora de la combustión (Rhodes, 2007), además requería de mucho trabajo para extraerlo de las minas.

La transición de la madera al carbón mineral se debió principalmente a la escasez y costo elevado de esta. Menciona Rhodes (2007) que los pobres de Inglaterra no tuvieron opción ya que necesitaban una nueva fuente de energía accesible, mientras que los ricos aún podían darse el lujo de usar madera. Pero no fue sino hasta la muerte de la reina Elizabeth en 1603 que se usó de manera más habitual, el sucesor al trono James VI de Escocia tuvo que usarlo inevitablemente al cambiar su residencia a Inglaterra (Rhodes, 2007)

El carbón mineral en 1660 se había vuelto un negocio muy prometedor en Inglaterra (Westra y Kuyuenhoven, 2007), ya para 1700 la extracción era de 3 millones de toneladas por año, mientras que en 1800 su producción se había triplicado (Rhodes, 2007)

Una de las cosas que posibilitó el uso del carbón mineral de manera masiva fue el lograr eliminar el azufre y agua que contenía, la técnica fue mediante un proceso de destilación que dio como resultado el coque⁹; esto hizo impulsar la industria del hierro porque se utilizó como combustible para fundirlo, volviéndolo un material más resistente y de mayor calidad (Westra y Kuyuenhoven, 2007)

⁹ Es un material que se obtiene cuando el carbón mineral se calienta a una temperatura de 500 a 1100 grados centígrados.

Con el ingenio de Thomas Newcome en 1712 en Inglaterra, se logra fabricar una máquina que funcionaba gracias a la combustión del carbón y que producía vapor que impulsaba un pistón que generaba energía mecánica, la finalidad de dicha invención fue el bombear agua de las minas de carbón (Westra y Kuyuenhoven, 2007)

Con el tiempo se efectuaron mejoras a la maquina de vapor, el potencial que mostraba era sorprendente, brindando así la posibilidad de crear artefactos más sofisticados y eficientes para nuevas tareas que configuraría una vez más otro tipo de sociedad.

I.3 LA PRIMER REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

A diferencia de otras revoluciones, la industrial concibió una configuración social inimaginable, incluso estructural; los elementos detonadores fueron la maquina de vapor y el uso de una nueva fuente de energía que marcaron tendencia en una nueva forma de producción. Inglaterra, país donde nació dicho paradigma fue el primero en experimentar esos cambios que con el tiempo se propagaron por el mundo.

I.3.1 LA MÁQUINA DE VAPOR

La máquina de vapor que impulsó la revolución industrial fue fabricada por James Watt en 1769. Los primeros en adoptar dicha tecnología fueron los textiles y la utilizaron para hacer más eficientes sus tejedoras, esto porque después de la invención de spinning Jenny (juanita la tejedora) en 1764 que hizo posible el manejar ocho carretes de hilo con un sistema mecánico y con solamente la fuerza de una persona, imaginaron que podrían ser todavía más productivos con una maquina que proporcionara más fuerza. Y fue así que entre 1787 y 1840 su rentabilidad paso de 22 a 366 millones de libras (Rifkin, 2014).

Con la mecanización de las tejedoras se incrementaba la demanda de materia prima como: algodón, carbón, tintas, hierro, etc. La naturaleza se vería asechada cada vez más por los seres humanos.

La tecnología de Watt se expandió a otros países europeos. Bélgica, por ejemplo, en 1830 había duplicado sus máquinas de vapor convirtiéndose así en un par de décadas en un país icono de la industrialización (Rifkin, 2014)

Con las fabricas fue necesario incrementar el abasto de energía, tan sólo Inglaterra había generado en 1870 un promedio de 100,000,000 toneladas de carbón, la industria para poder asegurar su fuente de energía se situó cerca de minas y cuencas de carbón (Chavez, 2004)

La ventaja de poder usar fuerza mecánica impulsada por vapor en los telares permitió que las jornadas laborales se extendieran, porque las maquinas no necesitaban descanso; las consecuencias fueron terribles para los talleres donde su producción se mostraba insuficiente frente a la eficiencia de las fabricas, aquí se manifestó un cambio de unidad, pasaron de un labor pequeño y familiar a uno de mayor envergadura, ante esto los artesanos tuvieron que incorporarse a ese nuevo sistema de producción si querían obtener dinero para sobrevivir; un antagonismo de clase social surgía: la burguesa y obrera (Chaves, 2004)

La inconformidad de los obreros se manifestaba constantemente por las malas condiciones en las que laboraban y que en consecuencia no les permitía acceder a una vida digna, eso propició que se consolidara un movimiento social basado en un pensamiento de conciencia de clase en 1850, su organización con el tiempo obtuvo logros importantes como la reducción de horas de trabajo y el reconocimiento legal como sindicatos que los configuró como actor social frente al Estado.

Las ciudades industriales con el tiempo se fueron configurando como centros urbanos importantes donde se congregaba gente que había abandonado el ambiente rural. En Inglaterra en 1850 la población urbana se había incrementado considerablemente ante la rural, mientras que otras ciudades europeas hasta 1870 se manifestaba dicho fenómeno (Rifkin, 2010). Estos nuevos espacios trajeron nuevas situaciones como: contaminación, mala planeación urbana, basura, problemas de sanidad y falta de servicios (Chávez, 2004)

En relación a los párrafos anteriores, podemos decir que el uso de una nueva fuente de energía y una innovación tecnología puede ser una variable importante que influya en la reconfiguración de algunos ámbitos de la sociedad.

I.3.2 EL GRAN SALTO DEL TRANSPORTE

Con la maquina de vapor dio inicio un nuevo trasporte marítimo y uno terrestre, ambos ejecutaron largas distancias, desplazaron grandes cantidades de peso y conectaron los primeros centros urbanos preindustriales del mundo, haciendo que las variables: tiempo, espacio y distancia se conviviría diferente.

I.3.3 LA LOCOMOTORA

La locomotora hizo su aparición en 1830 y fue en Inglaterra con la ruta Manchester-Liverpool, este transporte marcaría un hito en la comunicación, llegó a transportar miles de personas a un precio accesible, también podía trasladar grandes cantidades de materias primas o mercancías; pero sobre todo permitió al sistema económico naciente ir gestando una gran red de comercio (Rifkin, 2014)

La velocidad que alcanzaban dichas locomotoras era de 100 km/h; vertiginosamente se volvió un transporte popular por rápido y seguro, y pocas veces interrumpía su servicio, por ejemplo, el clima era uno de los grandes impedimentos para el transporte que la antecedió (carruajes) pero con la locomotora eso cambio (Rifkin, 2014)

Al otro lado del océano, en la naciente nación de Norteamérica, la locomotora significó el poder poblar, explorar y conectar su extenso territorio, llegaron a construir 34 000 km de vías ferroviarias en 1850 y para 1857 un viaje de New York a Chicago se lograba en tres días, cuando antes se hacía en tres semanas (Rifkin, 2014)

Rifkin (2014) menciona que en Estados Unidos se volvió una gran industria porque se necesitó de grandes cantidades de dinero para poder consolidar el sector, tan sólo en 1859 se habían invertido más de mil millones de dólares. La inversión no únicamente se enfocó en la construcción de nuevas rutas, sino que comprendió el nacimiento de una nueva forma de asociación que llegó a atender: contratación de personal para la logística de operación (horarios, tráfico de locomotoras, mecánicos, etc.) pero sobre todo personas especializadas en hacer rentable el negocio (administradores). En ese aspecto, Chandler citado por Rifkin dice que las empresas ferroviarias:

Fueron las primeras en necesitar un gran número de directivos asalariados; las primeras en tener una sede central gestionada por mandos intermedios y dirigidas por altos directivos. En los Estados Unidos, fueron las primeras empresas que crearon una gran estructura organizativa interna que definía con todo detalle las líneas de responsabilidad, autoridad y comunicación entre la sede central, los distintos departamentales y las unidades sobre el terreno; y fueron las primeras en desarrollar flujos financieros y estadísticos para controlar y evaluar el trabajo de muchos directivos (Chandler citado por Rifkin, 2014: 66).

No solamente se enfocaron en transportar mercancías y pasajeros sino que vieron oportunidades de poder invertir en otros sectores que potenciaran su rentabilidad, por ello

es que apostaron por comprar minas para asegurar su fuente de energía y al mismo tiempo bajar el costo del combustible (Rifkin, 2014), mientras que otras empresas más expansivas se atrevieron a entrar en el negocio de hoteles para dar un servicio completo a sus clientes (Rifkin, 2014)

I.3.4 NAVÍOS DE VAPOR

Con los barcos de vapor, los puertos marítimos de Inglaterra se desarrollaron de una manera inimaginable, permitiendo que sus exportaciones de capital y bienes se multiplicaran por la creación de diversas rutas entre continentes, principalmente entre Europa y América; permitiendo un comercio global (Rifkin, 2014). Esto generó también grandes migraciones, Estados Unidos se benefició de ese capital humano, porque muchos europeos estaban cualificados en diversas tareas.

Con respecto al comercio global ya existía anteriormente, lo que el barco de vapor brindó fue un mayor flujo de mercancías, porque se acortó el tiempo de un lugar a otro, la potencia que obtuvo del vapor lo hizo considerablemente competente.

I.3.5 LA IMPRENTA DE VAPOR

Otro ámbito que resultó beneficiado con la máquina de Watt, fueron los medios de comunicación impresos, la imprenta de vapor que apareció en 1814 logró masificarlos, se obtuvieron grandes tirajes de: periódicos, revista, folletos y libros, volviéndose muy accesibles para la mayoría de la población; en ese momento se originó una alfabetización nunca antes vista. (Rifkin, 2014). En ese aspecto Rifkin señala que:

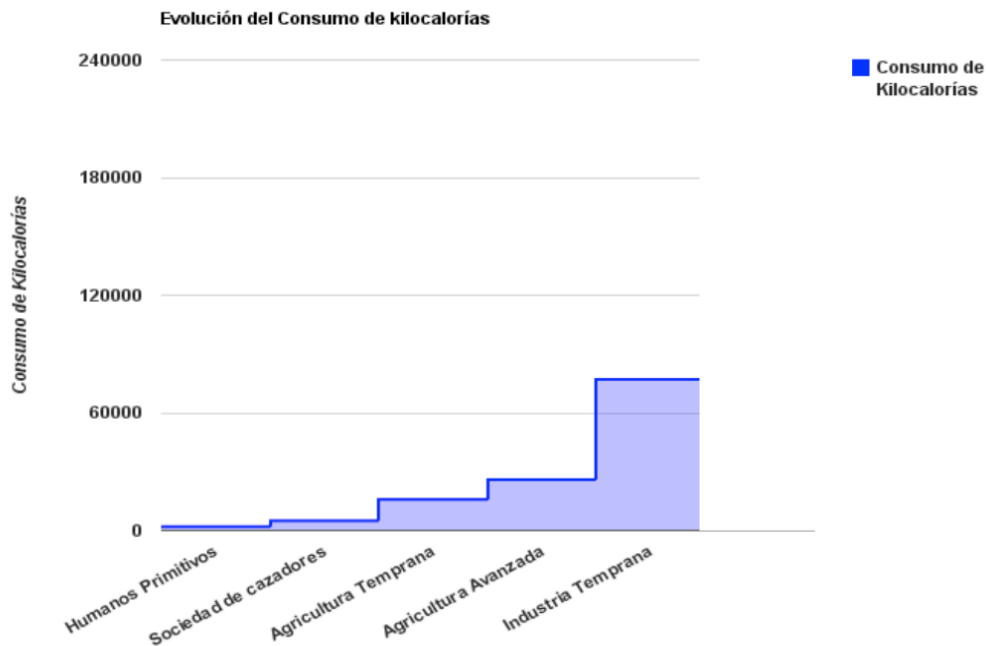
Se crearon sistemas de escolarización pública y se instituyó la enseñanza obligatoria en las ciudades industrializadas para que la futura mano de obra pudiera tener la capacidad de comunicación necesaria para ocuparse de las operaciones comerciales más complejas propias de la primera revolución industrial (Rifkin, 2014:66).

Con el tiempo la importancia de educar a las personas derivó en modelos educativos que formaron recursos humanos por la exigencia de un pujante sistema económico, esta necesidad se visualizó notablemente en la segunda revolución industrial con institutos tecnológicos.

Para ir concretando la idea sobre cómo se ha ido consumiendo energía a lo largo del tiempo con la obtención de nuevas fuentes energéticas, en la gráfica I.1 que se muestra abajo

podemos ver que ese incremento se ha comportado de una manera regular desde los primeros primates hasta la agricultura avanzada, mientras que con la llegada de la preindustria luce un aumento asombroso de 75 000 kilocalorías, pero que es insignificante con lo que sería la segunda revolución industrial.

Gráfica I.1: Estimación del consumo de kilocalorías de Earl Cook en 1971, hasta industria temprana



Fuente: Diseñado con base en Mariano Marzo, 2008.

I.4 LA SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

En 1850 el petróleo era únicamente un material que se usaba para actividades muy limitadas, varios de sus primeros usos fue como: remedio medicinal, lubricante y combustible para lámparas. Samuel Kier y Lewis Paterson fueron pioneros en su comercialización, pero a baja escala, el primero lo distribuía en pequeñas botellas, mientras que Lewis suministraba únicamente dos barriles por semana (Álvarez de la Borda, 2006).

El petróleo es el resultado de un largo proceso de descomposición de seres orgánicos cubiertos por sedimento, pero de esta degradación únicamente el 1 % se convierte en dicho material, ya que no es metabolizado por organismos microscópicos (Lovelock, 2007)

El oro negro como se le conoce también, tuvo mayor importancia cuando el coronel L. Drake en 1859 perforó el primer pozo de crudo en el estado de Pensilvania, por primera vez el suministro era ilimitado y emanaba como una gran fuerza y cantidad, en su primer año extrajeron 2 mil barriles y en 1874 10 millones (Álvarez de la Borda, 2006)

Rockefeller, un empresario norteamericano vio el potencial de esta nueva industria y en 1870 funda una de las más grandes empresas petroleras la Standar Oil, para finales del XIX ya dominaba el mercado de combustibles fósiles en un 90 % (Álvarez de la Borda, 2006)

Rifkin (2014) dice que la industria petrolera para sea rentable necesita controlar totalmente la gran cadena de producción que inicia con el descubrimiento de yacimientos y termina con la comercialización, entre estos dos puntos se encuentran los elementos más importantes que son: perforación, transporte y el refinado. Por ello es que dicha industria se constituye como las más poderosas hablando económicamente porque domina totalmente el proceso de principio a fin.

El petróleo se utilizó como combustible, sustituyó al carbón fácilmente porque presentaba la ventaja de ser más fácil de manipular. Fue por mucho tiempo una buena fuente de energía para la industria, hasta que se vio amenazado cuando la electricidad apareció de la mano de Alva Edison y de Tesla.

I.4.1 TESLA Y EDISON LA RIVALIDAD QUE ILUMINÓ AL MUNDO

Edison y Tesla fueron dos científicos que tuvieron una gran rivalidad, el primero apostó por la corriente continua y el otro por la corriente alterna. Ambos tuvieron logros muy significantes.

Edison con su Bombilla incandescente permitió iluminar por primera vez el Distrito uno de la ciudad de New York, el lugar fue escogido estratégicamente, puesto que era una zona con muchas residencias y gran influencia comercial, pero sobre todo tendría el beneficio de obtener gran publicidad, dado que The New York Times sería beneficiado por la electrificación; y así fue como se logró instaurar la primer central eléctrica en Pear Street en 1882 (Monaco, 2011)

Una de las limitantes de la corriente alterna es que si se quiere utilizar para suministrar zonas a largas distancias no es posible porque la calidad de la electricidad disminuye a

mayor distancia. Tesla para ello tenía la solución e ideó usar dos tipos de transformadores uno para potencializar la energía y otros para disminuirla. Su gran oportunidad de demostrar las ventajas de la corriente alterna fue en la feria mundial de Chicago en 1892 donde dio electricidad a 100 000 lámparas, los asistentes quedaron sorprendidos y vieron la potencialidad de la corriente alterna (Francescutti, 2008)

Para muchos Tesla ganó la batalla de las corrientes porque su sistema es el que se utiliza hoy para iluminar y suministrar energía eléctrica al mundo.

Los nacientes centros urbanos se iluminaron y permitieron extender los horarios en que las personas podían ir: a pasear, asistir al teatro, caminar, reunirse con la familia y amigos, comprar en establecimientos, etc. Le dio vida a la noche. Actualmente algunas ciudades se les cataloga como *las ciudades que nunca duermen* por su gran dinamismo social.

Las fábricas no vieron el potencial de la energía eléctrica hasta que llegó Henri Ford con la cadena de montaje y los motores eléctricos (Rifkin, 2014). Ford citado por Rifkin (2014) menciona que:

La aparición de un sistema totalmente nuevo de generación eléctrica liberó a la industria de las correas y los ejes de transmisión porque hizo posible dotar a cada herramienta de un motor eléctrico propio [...]. Este motor permitía disponer la máquina en función de la secuencia del trabajo y es probable que este hecho duplicara por sí solo la eficiencia de la industria [...]. Sin herramientas de gran velocidad [...] lo que llamamos industria moderna no existiría (Ford citado por Rifkin, 2014: 78)

La electricidad fue una gran fuente de energía para las fábricas en el siglo XX. Se extendieron los horarios creando turnos nocturnos para que la producción no se interrumpiera, de igual forma junto a otras innovaciones como la de Henry Ford con su cadena de montaje sumada a las ideas administrativas de Taylor, establecieron un modelo de producción en masa y estandarizado que adoptaron muchas fábricas, que dio como resultado: un incremento de circulación de mercancías por el bajo costo de producción, aumentó la división y especialización del trabajo, se usó el cronómetro para controlar los tiempos de ejecución y el número de sindicatos creció. Una frase que se le atribuye a Ford que hace referencia a ese modelo rígido de producción en serie es “usted puede elegir cualquier color de auto siempre que sea negro”.

En tal sentido, la electricidad no cambió únicamente la forma de producción, sino que también la vida doméstica, y es que muchos de los aparatos electrónicos que hoy gozamos

son innovaciones que nacieron a partir del uso de la energía en zonas urbanas. El radio funcionó como medio de comunicación, la televisión cambió la forma del entretenimiento, el teléfono fue una de las primeras formas de comunicación instantánea (Rifkin, 2014)

Ante la creciente demanda de la industria de nuevos recursos humanos especializados en ingeniería y ciencias exactas se crearon centros educativos llamados *politécnicos*, en Estados Unidos el primero de ellos fue el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en 1861 que con alianza con el sector privado formaron nuevas especializaciones e innovaciones para la industria. En México, el Instituto Politécnico Nacional en 1937 daría inicio a la formación de profesionales que pudieran participar en el nuevo paradigma de modernidad, la industrialización. Aunque el Taylorismo¹⁰ no es un modelo educativo, el éxito logrado en el sector industrial a través de la implementación de los principios organizacionales, que publicó F. W Taylor con el nombre de *The Principles of Scientific Management* (1911) dio pauta para pensar en que una estrategia semejante en el sector educativo podría elevar la productividad en las escuelas. Esta propuesta es el antecedente de la corriente denominada Pedagogía por objetivos, la que propone una minuciosa descripción de los logros que se debían alcanzar en el proceso de aprendizaje, denominado objetivos programáticos.

I.4.2 UN NUEVO INQUILINO EN LA CIUDAD

El poder usar una nueva fuente de energía permitió generar muchas innovaciones, una de ellas fue el automóvil, que se convirtió en el icono de la modernidad y fuente básica de crecimiento económico porque demandaba muchas materias primas (Rifki, 2014) dicho transporte tenía un motor de combustión que se alimentaba de gasolina, eso permitió que las petroleras vieran un nuevo mercado, porque en 1916 tan solamente en Norteamérica transitaban 3.4 millones de autos y para 1930 la cifra alcanzaba 23 millones de vehículos (Rifkin, 2014) Standard oil, en ese momento fue la primer compañía en crear una red de gasolineras en territorio estadounidense, empezando por el estado de California,

10 Fue un sistema que se emprendió en la industria a inicios del siglo XX para poder ser más eficientes en la producción. Consistía en asignar tareas específicas a los obreros, misma que eran medidas por tiempos. El fabricar un producto en su totalidad por una sola persona puede parecer una actividad compleja, pero si se divide en varias tareas y varias personas se vuelve fácil.

convirtiéndose así en corto plazo en un gran monopolio del combustible refinado (Rifkin, 2014)

Con la llegada del automóvil se desplazaba a los caballos de los centro urbanos; la gente tuvo una gran autonomía que le permitió desplazarse del punto “A” al “B” en un tiempo menor. Las avenidas, boulevares, ejes viales, glorietas y puentes se convirtieron en el nuevo paisaje de las nuevas ciudades, muchas de estas en los Estados Unidos se construyeron con dinero privado, entretanto que en otros lugares del mundo lo patrocinaba el Estado (Rifkin, 2014)

Para los norteamericanos la industria automotriz, en especial Ford constituyó un orgullo nacional, así como para los finlandeses la empresa de teléfonos móviles Nokia.

Al existir una nueva forma de desplazamiento, los centro urbanos empiezan una expansión horizontal continua, caracterizada por nuevas construcciones, unas para la naciente clase media y otras que albergarían a la gran clase obrera; de modo que la industria empiezan a quedar en la periferia de los nuevos centros urbanos, situación que le vino bien porque permitió el surgimiento de complejos industriales, de esta manera se conformaron dos espacios claramente diferentes: el industrial y urbano; el último representó el centro de la comercialización y demanda de productos (López, 1993)

Para que la industria tuviera una mayor movilidad y flexibilidad de poder instalarse donde quisiera, basto para que llegaran los camiones de carga y el motor diesel, ahora no tenían que establecerse cerca de las fuentes de materias primas y energía (López, 1993), además permitió que disminuyera la dependencia al ferrocarril.

No únicamente el trasporte terrestre tuvo un cambio radical, de igual forma el aéreo. Para 1903 los norteamericanos Wrigth lograban surcar los aires, y con eso daría inicio a una nueva industria dedicada a cruzar la barrera del tiempo y el espacio. Dicho aeroplano se erigió como una arma poderosa en la primera guerra mundial.

Es importante atender el papel de la ciencia en esta segunda revolución industrial, porque tuvo importantes aportaciones, pues el poder refinar el petróleo para convertirlo en gasolina y diesel se tuvieron que generar diversos experimentos para lograr dichos productos; así mismo el fabricar maquinas para la industria significó mucha investigación.

El campo, por ejemplo, se vio beneficiado de esos avances, en especial de la química que obtuvo productos del petróleo como: herbicidas, fertilizantes nitrogenados y pesticidas que ayudaron a una mayor producción de alimentos agrícolas; además que maquinas como los tractores significó un rompimiento con los animales de tiro, pues podrían abarcar más terreno y hacer diversas tareas en un solo movimiento; la revolución verde que se presentó en los sesentas sintetiza ese aporte del petróleo al cultivo de alimentos, pero que trajo consecuencias al medio ambiente.

I.4.3 LA ENERGÍA NUCLEAR

Uno de los grandes descubrimientos que brindó la ciencia en el siglo XX, fue el poder dividir el átomo. Un artículo publicado por Albert Einstein en 1905 donde plasmaría una de las más famosas fórmulas de la física moderna $E = mc^2$ abriría un nuevo campo de investigación. Dicha teoría se vería puesta en práctica en 1945 con el uso de la bomba atómica por parte de los Estados Unidos en la segunda guerra mundial. Einstein en los albores del conflicto envió una carta el dos de agosto de 1939 al que fuera en ese entonces presidente de los Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt, en ella advertía que recientes estudios científicos confirmaban que se podía usar un material como el uranio para generar una reacción nuclear en cadena que podía liberar una gran cantidad de energía, misma que podía usarse como una arma de destrucción masiva. Ante esto, se recomendaba al gobierno norteamericano tomar cartas en el asunto, puesto que Alemania estaba experimentando con uranio, además que habían cancelado la venta de dicho material en una de las zonas con mayor reserva, Checoslovaquia, país que se encontraba ocupada por los Nazis.

Con la incursión de la energía nuclear en el conflicto mundial se pondría en duda la neutralidad de la ciencia, y se acrecentaría la crítica al razonamiento científico que había nacido con la escuela Frankfurt y que perduraría en ciertos espacio de la academia, particularmente de la latinoamericana.

Con el fin de la segunda guerra mundial el consumo de petróleo ayudó a la reconstrucción de Japón y Europa. Estados Unidos y los aliados se vieron beneficiados ya que sus industrias proveían productos e insumos. Entre tanto la energía nuclear se empezaría a desarrollar para perfilarse como la nueva fuente de energía en un futuro próximo

I.5 LA ERA DESARROLLISTA

Con la reconstrucción de Europa occidental con el plan Marsall en 1948, Estados Unidos brindaba ayuda a los estados que habían sufrido los desastre de la segunda guerra mundial; un año después con el discurso de Truman se daría paso a una nueva era, la de el surgimiento de una nueva potencia mundial que marcaría el camino para las demás naciones, su promesa era que se podía obtener las mismas condiciones de vida que los norteamericanos, la famosa *American way of life*; esa vía era la industrialización y apertura de sus economías. Para poder distinguir entre los países industrializados y no industrializados se uso por primera vez los conceptos: Desarrollados y Subdesarrollados, en ese momento ambas palabras se encadenaban al crecimiento económico (Gudynas, 2011)

Por la búsqueda de un mundo industrializado se incrementaba la demanda del petróleo, la producción de 1945 a 1974 llegó a 1 000 millones de toneladas (Ruiz, 2001), creando así una industria poderosa, por ello muchas empresas se fundaron y buscaron nuevos yacimientos, estos los encontraron en medio oriente. Allí fue donde se creó el grupo las siete hermanas: British Petroleum, Texaco, Standard Oil de California, Royal Dutch Shell, Gulf Oil, Standard oil de New Yersey y Socony Mobil Oil (Ruiz, 2001). Otras zonas del mundo descubrieron depósitos de crudo e invitaron a empresas extranjeras a explotarlos. Con el tiempo en países donde se tenían pozos petroleros principalmente en medio oriente y países en vías de desarrollo sus gobiernos fueron ingiriendo más en la toma de decisiones, llevándolos más tarde a optar por nacionalizar la industria petrolera con la idea de administrar los recursos naturales de la nación (Ruiz, 2001)

La organización de países exportadores de petrolero (OPEP) surgió por la necesidad de poder hacer frente a las decisiones que se tomaban de manera unilateral por empresas norteamericanas y británicas que fijaban los precios y producción afectando a la mayoría de los países productores (Ruiz, 2006)

La industria petrolera tendría altas y bajas no sólo por las decisiones de los países productores con respecto al precio, sino también por cuestiones religiosas y políticas como las que surgieron después de 1973 que marcaría la primera crisis petrolera.

I.5.1 LA PRIMER CRISIS PETRÓLERA

En los setentas se presentaron las primeras crisis en el ámbito petrolero, una de ellas fue la que surgió a consecuencia de la guerra Árabe-Israelí la cual surgió por el reclamo de Egipto y Siria sobre territorio ocupado por Israel en el Sinaí. Las represalias fueron el embargo de petróleo hacia países que apoyaban al Estado Judío. Esto hizo que el crudo alcanzara un precio de 20 dólares por barril, precio que no quedó estático (Ruiz, 2001). Posteriormente se volvía a presentar una guerra pero esta vez entre países árabes: Irak e Irán en 1979, situación que preocupó a los países que se abastecían de la zona, la consecuencia llevó al combustible a 39 dólares (Ruiz, 2001)

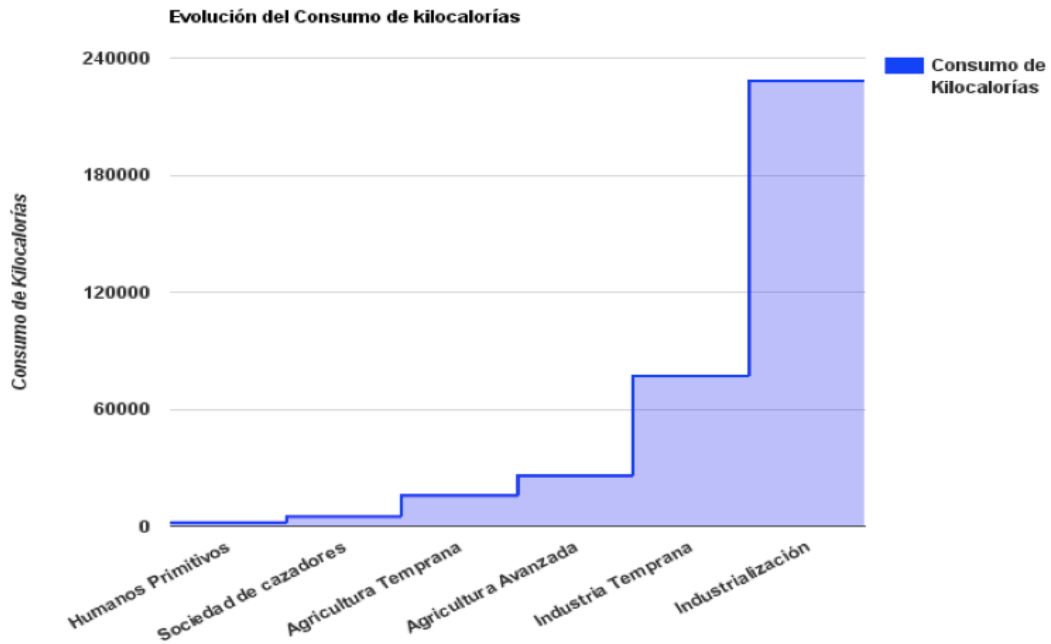
Atendiendo al párrafo anterior, el petróleo se volvió un recurso muy importante para la vida moderna que cualquier situación que pudiera afectar el suministro repercutía en ámbitos como el político, económico y social. No por algo países con mucha demanda de energía han buscado ingerir en asuntos de naciones con muchas reservas de petróleo.

Las circunstancias orillo a varios países a impulsar programas de desarrollo nuclear como fuente de energía alternativa, puesto que muchos de ellos dependían del petróleo que provenía de medio oriente, pero basto para que en 1986 con el accidente de Chernóbil la fisión nuclear perdiera popularidad.

En México se cuenta con una central nuclear en el estado de Veracruz llamada *laguna verde* construida en 1972 y que cuenta con dos reactores, actualmente se piensa añadir unos dos más para poder potencializar el suministro de energía, esto según una entrevista al subsecretario de energía Cesar Hernández (Forbes citando a Reuters, 2015)

A pesar de las crisis que sufrió la industria del combustible fósil, el consumo de energía se incrementaba constantemente, como podemos ver en la siguiente gráfica basada en datos que uso Cook para un artículo que escribió para Scientific American en 1971, el consumo de energía en las sociedades industrializadas se estimaba que llegaría a 228,308.2 kilocalorías diarias. Dichos datos se confirmaron con los de Morris; a pesar de ser estimaciones nos dan una idea de esa evolución de consumo de energía desde los primeros días del hombre en la tierra.

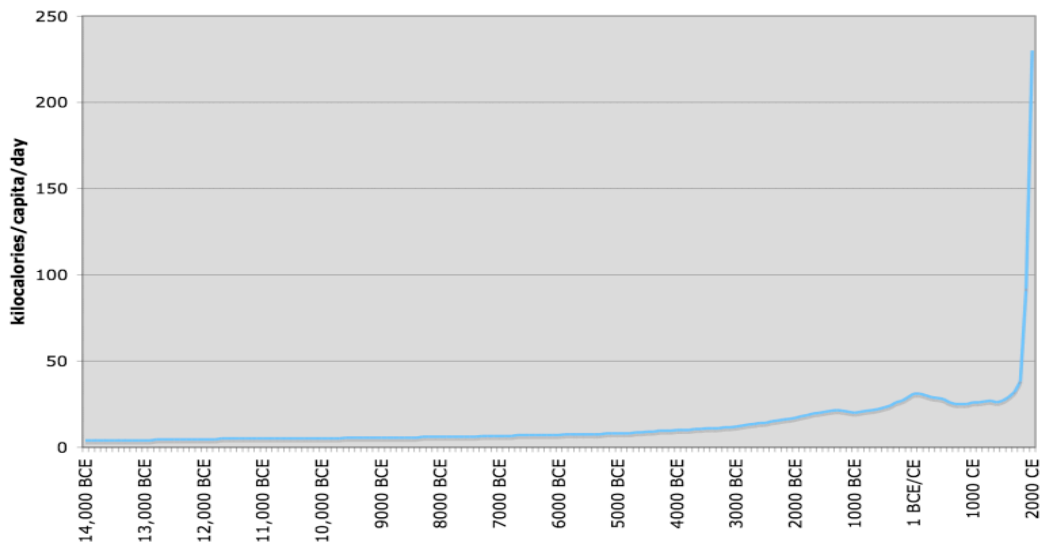
Gráfica I.2: Estimación del Consumo de kilocalorías de Earl Cook en 1971



Fuente: Diseñado con base en Mariano Marzo, 2008.

Los datos de Cook que se muestran arriba tiene una similitud con los números que plasma Morris en la gráfica de abajo, podemos ver que ambas muestran un incremento del consumo de energía con la primera revolución industrial y casi coinciden en sus estimaciones para inicio del siglo XXI, Morris le añadió 1 691.8 kilocalorías por día con respecto a Cook.

Gráfica I.3: Evolución del consumo de Kilocalorías en occidente



Fuentes: Morris, 2010.

A la par con dicha crisis del petróleo que comentamos anteriormente, se presentaba las primeras críticas al modelo desarrollista, una de ellas las más fuerte era que ponían énfasis en un determinismo económico que impedía tomar en cuenta otros aspectos para poder medir la calidad de vida.

I.6 LAS CRÍTICAS AL DESARROLLO ECONÓMICO

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1962 fue la primera en señalar que el desarrollo tenía que incluir variables cualitativas, en lugar de simplemente cuantitativas para poder definir el crecimiento de un país (Gudynas, 2011), de igual forma pero desde la *teoría de la dependencia* resonaba la idea de que el *subdesarrollo era el producto del desarrollo*, porque en el mercado mundial los países en vías de desarrollo no contaba con las mismas libertades de mercado que los países desarrollados (Gudynas, 2011).

Pero lo que tuvo mayor resonancia fue un informe por parte del MIT por encargo del Club de Roma, el cual llevaba por nombre *Los límites del Crecimiento* (1972), dicho documento participaron gente de distintas disciplinas que habían analizado: la contaminación al medio ambiente, explotación de recursos naturales, crecimiento poblacional, industrialización y producción de alimentos, concluyendo que si la tendencia se mantenía durante 100 años el planeta presentaría un límite que afectaría al crecimiento económico, porque los recursos naturales eran finitos. Dicha conclusión como menciona Gudynas (2011) ponía en jaque la idea del desarrollo, lo volvía una ilusión. Este informe dio sostén a las ideas que estaban pregonando los ambientalistas en los setentas, relativo a la sobreexplotación de los recursos naturales que traerían consecuencias fatales a los ecosistemas.

Una de las grandes críticas hacia el reporte del MIT es que manejaron variables estáticas, como si la ciencia o los seres humanos no tuvieran la capacidad de idear opciones o innovar; pero al fin de cuentas las exageraciones o las posturas catastrofistas pueden ayudar a prevenir o anticipar posibles escenarios. También es importante aclarar que existe la idea de que algunos recursos naturales no son renovables como el petróleo, Lovelock,¹¹ (2007) hace referencia en su obra *La Venganza de la Tierra* que el combustible fósil es abundante, puesto que este material se formó a partir de la descomposición de seres vivos, y en la tierra

¹¹ James Lovelock es un científico de Reino Unido y está entre los cien intelectuales más influyentes en el mundo. Es padre de la teoría de Gaia y su propuesta es que la tierra es un ente que se autorregula para mantener condiciones óptimas para la vida.

hay vida desde hace tres mil millones de años y aún continúa. Así que la era del petróleo no terminará por la escasez de éste; hay una frase que ejemplifica esto “la edad de piedra no se terminó por la falta de piedras”.

Con los cuestionamientos al desarrollo se creaban alternativas que hicieron que dicho concepto se desapegara de cierta manera al crecimiento económico y añadiera atención a necesidades básicas de las poblaciones, por ejemplo surgió el: Desarrollo endógeno, Desarrollo sostenible, Desarrollo humano, Desarrollo territorial, Desarrollo regional y Desarrollo local. Fueron nuevas vertientes que brindaban otros caminos hacia el desarrollo.

Para concluir con el apartado, podemos destacar que la energía ha sido un elemento importante que influyó en la evolución del ser humano biológicamente y socialmente, además que junto a las innovaciones tecnológicas (molino, arado, maquina de vapor y motor de combustión.) se ejecutaron cambios que reconfiguraron la estructura social una y otra vez. El poder efectuar la primera revolución energética con el dominio del fuego, abrió un nuevo panorama que posicionó a los sapiens en la cúspide, subordinando a los demás seres vivos, incluso a la naturaleza. Con el tiempo fue adquiriendo nuevas fuentes de energía que le brindaron satisfacción por un determinado tiempo, por ello, tuvo que seguir apropiándose de nuevas energías, sustituyéndolas (fuerza de humanos y animales por máquinas alimentadas por carbón, petróleo y electricidad.) o potencializándolas (como nuevas técnicas de agricultura) por demanda de un sistema social complejo que cada vez se hacia más grande y por ende reclamaba más suministro de energía.

Con la primera revolución industrial dio inicio a una metamorfosis social que sentó las bases de un nuevo modelo socioeconómico; podemos decir que esta etapa puede equipararse a la que se vivió en el creciente fértil con el sedentarismo, porque hizo que los seres humanos cambiaran su estilo de vida radicalmente. Inglaterra fue la primera nación en experimentarlo, posicionándola como potencia mundial mercantil durante esa fase. Con el advenimiento de la segunda revolución industrial se concibió una vez más un cambio de orden mundial donde los Estados Unidos saldría como nueva potencia, delineando un nuevo estilo de vida que atrajo a muchos países, la fórmula que se dio fue la industrialización, esta aprovecho el petróleo y energía eléctrica para fabricar una gran cantidad y diversidad de productos, a esto se le denominó *producción en masa*; la naciente

industria del transporte fue la que demandó más combustible fósil y materia prima; en la ciudad y campo también se consumió mucha energía, en el campo por la demanda de alimentos de una ciudad que crecía y crecía, y en la urbe porque se volvió el centro por excelencia del consumo industrial. Con esos tres espacios devoradores de energía, la sociedad se volvía la más demandante en toda la historia, como lo dicen las gráficas de Morris y Cook. El petróleo se volvió el motor de la vida moderna, y si algún aspecto político lo trastocaba repercutía en la economía global. Si bien existieron críticas y alternativas para este tipo de desarrollo ligado a la industria y crecimiento económico, el consumo de materias primas, combustibles fósiles y electricidad no decreció. Sin embargo, con la llegada de los noventa surgiría un tema con mayor trascendencia, el calentamiento global. Las evidencias que se mostraban hacían referencia a que el planeta mostraba un incremento de temperatura por la producción del CO_2 , gas contaminante que resultaba de la combustión del petróleo; la opinión pública usó el tema como estandarte para una vez más cuestionar el sistema de producción, pero ahora las fuentes de energía serían el blanco de los ataques, y no por su escasez, sino porque su uso desmedido atenta contra la salud del planeta.

CAPÍTULO II

EL DEBATE DEL CALENTAMIENTO GLOBAL Y LAS ALTERNATIVAS

Durante este apartado vamos atender a uno de los grandes debates del siglo XXI que es el calentamiento global. El incremento de temperatura en la tierra como mencionan algunos científicos se debe al consumo desmedido de combustibles fósiles, pero como sabemos son la fuente principal de energía de nuestra sociedad actual. Ante dicho escenario se propone dejar de consumir dichos recursos por las consecuencias que se proyectan desastrosas, hasta el punto en que la vida en la tierra podría perecer. Para poder brindar un panorama puntual, revisaremos qué sectores son los que más consumen petróleo; atenderemos estudios que confirman dicho fenómeno climático, pero también expondremos otros que lo contradicen. Así mismo, mencionamos algunas de las alternativas energéticas que se perfilan como una opción para poder hacer frente a dicha problemática; analizamos su evolución, los factores que permiten su implementación y los retos que tienen que enfrentar.

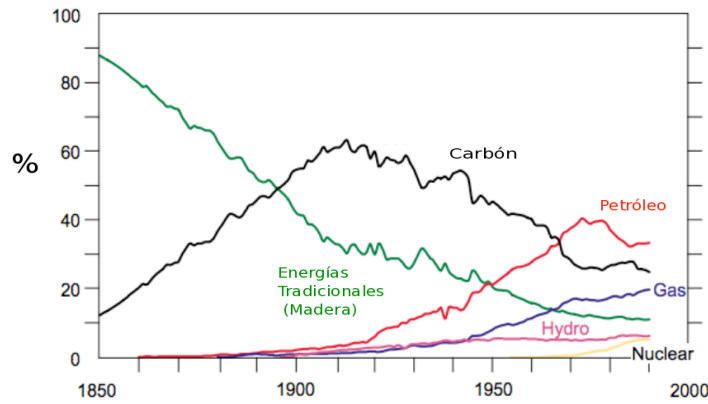
II.1 EL DIÓXIDO DE CARBONO, EL CONTAMINANTE DEL SIGLO XX Y XXI

Svante Arrhenius, premio nobel de química fue el primero en hacer mención en 1896 que el consumo excesivo de combustibles fósiles podría llevar a un incremento de CO_2 ¹² en la atmósfera, provocando así un incremento de temperatura en la tierra por el efecto invernadero. ¿Pero cómo es que se produce CO_2 por el consumo de fósiles? Atendiendo a uno de los principios de la termodinámica sabemos que el uso de cualquier fuente de energía genera desperdicio, es decir, no usamos al 100 % la energía, dado que parte de esta se desperdicia en diversas formas y estados. El CO_2 , por ejemplo, es un residuo gaseoso que se genera por la combustión del carbón, petróleo y sus derivados¹³.

¹² El dióxido de carbono es un compuesto formado por dos átomos de oxígeno y uno de carbono ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$); las plantas lo utilizan para generar la fotosíntesis, es decir convierten CO_2 en oxígeno.

¹³ Otros gases que se generan por la combustión de combustibles fósiles son: dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno como principales, que al generarse en grandes cantidades provocan una mala calidad del aire que afectan a la salud. En la ciudad de México en el mes de abril del presente año se produjo una contingencia ambiental por la mala calidad del aire. Esto se atribuye a que gran parte del transporte privado y público no se ha modernizado, así como un mal diseño del programa “Hoy no circula”. Dicha contingencia afecto a la población mediante la restricción vehicular de que sin importar holograma los autos con engomado verde y terminaciones 1 y 2 no podrían circular.

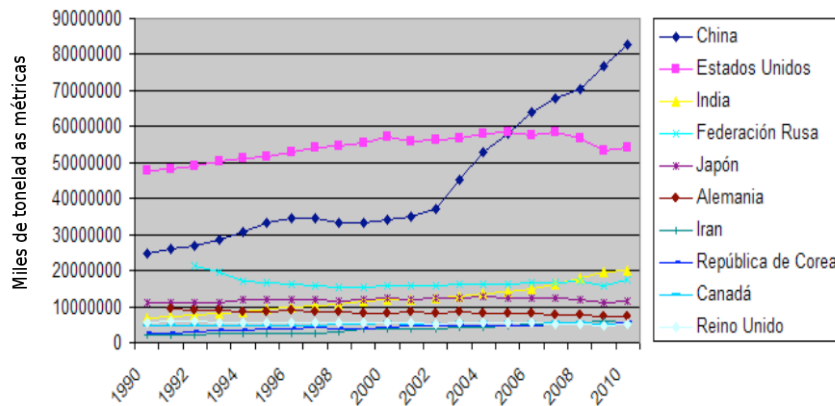
Gráfica II.1: Consumo de fuentes de energía 1850-2000



Fuente: Nebojs̃a Nakić-enovic´, Arnulf Gru'bler y Alan Mcdonal, 1998

En la gráfica II.1 podemos observar las diversas fuentes de energía que se han consumido desde 1850 hasta el 2000. El gas y petróleo empiezan aparecer en el escenario a partir de 1900, esto ocurre cuando la industria, transporte y servicios públicos (electricidad) se vuelven la médula espinal de la sociedad industrial. En tanto que el carbón en 1910 muestra un declive porque se volvió una fuente de energía ineficiente para la segunda fase de la industrialización

Gráfica II.2: Países que han emitido más co2

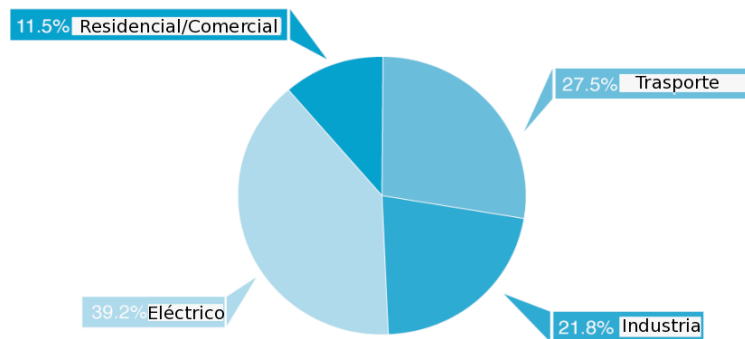


Fuente: unstats-Sordo, (2013) en: <http://goo.gl/NiHvfV>

En la gráfica de arriba podemos ver la evolución de las emisiones de co2 por país. Los Estados Unidos y China son los que más han producido (1990-2010). El país asiático incrementó su producción en 2003, mientras que Norte América muestra una pequeña disminución en 2008 a causa de una crisis económica. La India en cambio en 2009 empieza

a despegarse de otros países. También se visualiza esa supremacía de los Estados Unidos desde 1990 inicio de la segunda revolución industrial.

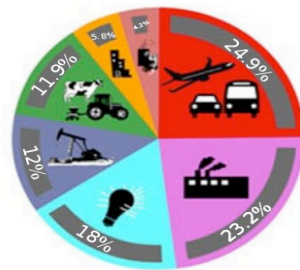
Gráfica II.3: Energía consumida por sector en Estados Unidos



Fuente: Institute for Energy Research (IER) 2015 en: <http://goo.gl/iBkDMk>

En la gráfica II.3 y II.4 podemos apreciar los sectores que consumen más energía, la primera muestra datos de Estados Unidos y la segunda de México. La conclusión es que el transporte, industria y el sector eléctrico demandan la mayor cantidad de energía, por lo tanto son los que más producen CO_2 en la atmósfera.

Gráfica II.4: Sectores en México que producen más CO_2

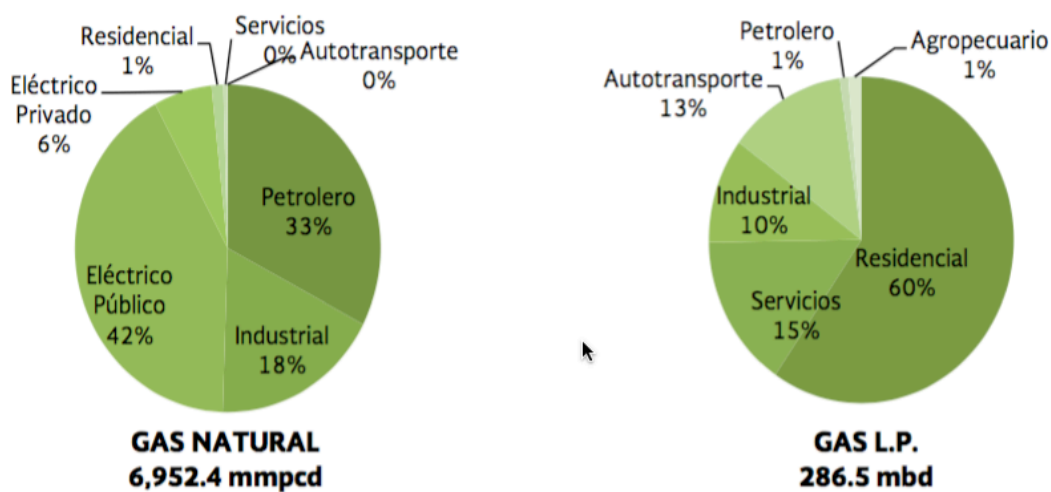


Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático/SEMARNAT (2016) en: <https://goo.gl/V5AdE1>

Es importante también atender a esa fuente de energía que es el gas y que como pudimos ver en la gráfica II.1 es un combustible con mayor demanda después del petróleo. Existen dos tipos de gas que son: natural y L.p. (licuado de petróleo), ambos son menos contaminantes a la hora de la combustión si se compara con el petróleo, el gas natural es mucho más, pero la forma en como se extrae de la tierra daña al medio ambiente. La técnica que se emplea para extraerlo es por medio del Fracking, que es una fracturación hidráulica a ciertas rocas sedimentarias que contiene dicho material, a la hora de extraer el gas por medio de la fisura hecha hay material que se escapa y llega a contaminar los mantos acuíferos. El gas natural en 2013 tuvo una demanda de 323 891 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd), en tanto que el L.p., fue de 265 mmt, ambos combustibles registraron aumento de demanda a nivel global (Secretaría de Energía, 2014)

En México se consume más gas L.p., que gas natural, los rubros que más demandan son: residencial, servicios e industrial. En la gráfica II.5 podemos ver a detalle dicha demanda.

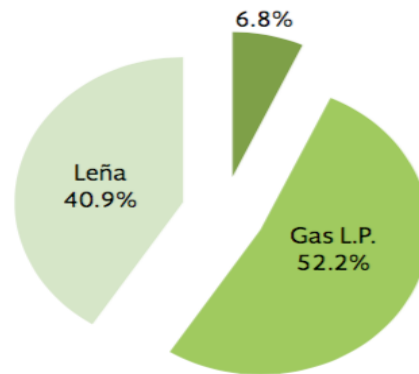
Gráfica II.5: Sectores que consumen más gas



Fuente: Secretaría de Energía, 2014

En la siguiente gráfica podemos confirmar que el gas L.P. es del de mayor consumo en las viviendas.

Gráfica II.6: Sectores en consumen más gas



Fuente: Secretaría de Energía, 2014

En los hogares se tiene un sistema de almacenamiento que son tanques estacionarios y cilindros que se remplazan cada cierto tiempo. En la ciudad de México se estima que existen cuatro millones de cilindros, pero mucho de ellos no cumplen con la norma de seguridad que es el remplazarlos cada 15 años (González, 2016), situación que permite la fuga de gas y contribuye a contaminación del medio ambiente generando ozono troposférico que afecta a los seres humanos.

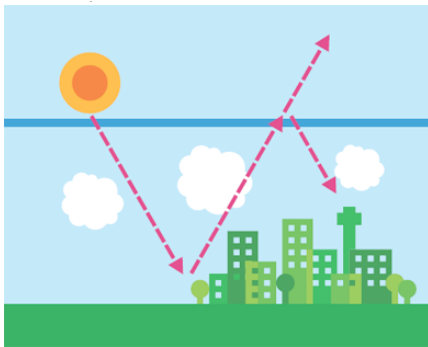
Otro estudio, pero por parte de la Benemérita Universidad de Puebla (BUAP) para el municipio de Puebla, reveló que el segundo gran contaminante después de la combustión de gasolina por parte de automóviles es el gas L.p. (Rocha, s.f.). La contaminación se efectúa porque existe una mala combustión del gas que permite la fuga del combustible, esto porque no se realiza con regularidad mantenimiento a los boilers, estufas e instalaciones de gas (Rocha, s.f.)

Con las gráficas vistas anteriormente, es evidente que con el incremento del consumo de combustibles fósiles se originó un aumento del gas invernadero CO_2 como lo anunció el científico Arrhenius, y aunque existen otros combustibles menos dañinos como el gas natural y gas L.p., también cooperan en la polución del medio ambiente e incremento de la temperatura de la tierra por el efecto invernadero, entonces ¿el efecto invernadero es un problema?

II.2 LA IMPORTANCIA DEL EFECTO INVERNADERO

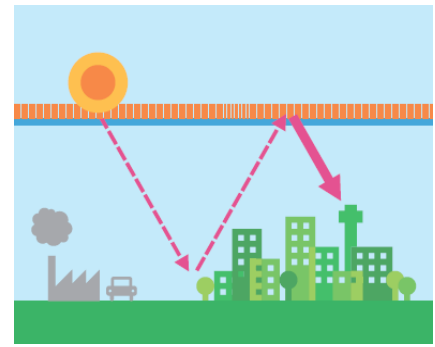
El efecto invernadero consiste en un proceso el cual los rayos solares atraviesan la atmósfera que es como un escudo que cubre al planeta y que tiene la función de dejar pasar y retener radiación solar. En la atmósfera se agrupa una diversidad de gases como: metano, vapor de agua, dióxido de carbono, oxido nitroso y clorofluorocarbonos principalmente, que evitan que los rayos reflejados por la superficie de la tierra regresen al espacio, permitiendo así, mantener el planeta a una temperatura óptima para la vida. En las figuras siguientes podemos atender como se realiza el proceso natural y el alterado.

Figura II.1: Efecto invernadero



Fuente: Albacete por el clima en: <http://goo.gl/CGeM0G>

Figura II.2: Efecto invernadero trastornado



Fuente: Albacete por el clima

Lovelock, (1985) alude que si no fuera por la atmósfera y por los gases que realizan el efecto invernadero difícilmente se hubiera generado vida en el planeta azul.

Para que las primeras formas de vida en la tierra surgieran, tuvieron que pasar una infinidad de eventos para que se gestaran los primeros organismos vivos, mismos que al lograr adaptarse a su medio pudieron extenderse a otros; se dice que esto pudo surgir primero en zonas donde se hallaba agua (Lovelock, 1985). Gracias a que se presentaban condiciones óptimas por un período pudieron tener una vida cómoda, pero cuando las condiciones se volvieron adversas tuvieron que re-configurar su estructura para sobrevivir (Lovelock, 1985)

Con el tiempo se presentaron situaciones difíciles que imposibilitó obtener fácilmente sustento, ante ello optaron por alimentarse de sus iguales y fue que por primera vez surgía la presa y el depredador, el resultado fue la muerte que proporciono material que alimento a diversos organismos (Lovelock, 1985). La atmósfera obtuvo de la descomposición de

materia gases como: amoniaco, dióxido de carbono, metano y otros gases que ayudaban a realizar el efecto invernadero (Lovelock, 1985)

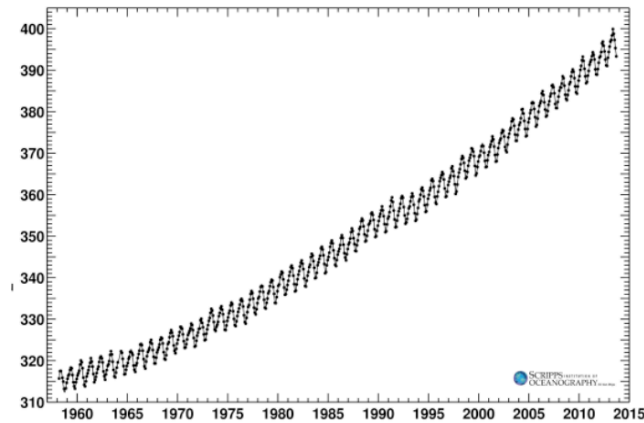
Lovelock (1985), tiene la teoría de que la tierra actúa como un ser vivo y cuando existen desequilibrios en ella se efectúan fenómenos naturales que intentan ajustar las anomalías con la finalidad de seguir manteniendo vida en ella. La biosfera le tomó millones de años mediante el ejercicio de prueba y error acumular experiencia para poder crear un ambiente armonioso para sus habitantes (Lovelock, 1985)

En ese sentido, la vida en la tierra será una constante, lo que no se puede asegurar es que especies de la fauna y flora estén presentes en el futuro. Los seres humanos hemos desarrollado grandes capacidades de adaptación, pero todavía tenemos limitantes como el poder anticiparnos ante el comportamiento de fenómenos naturales que ahora son recurrentes como: tormentas, sequías, olas de calor y otros. Los modelos de simulación y predicción hasta ahora han ayudado a disminuir el número de víctimas de dichos eventos, pero hay veces que las circunstancias sobre pasan el nivel de respuesta. Por tanto, aún existe un pequeño umbral, pero como menciona Harari (2014) estamos ante problemas técnicos que tarde o temprano resolveremos. Puede que esta aseveración parezca pretenciosa pero el no buscar nuestra supervivencia y de otras especies atentaría contra uno de los principios Darwinianos (Harari 2015)

II.3 LAS PRIMERAS MEDICIONES SOBRE EL CALENTAMIENTO DE LA TIERRA

El primero en llevar a debate el tema de la concentración de bióxido de carbono en la atmósfera fue el científico norteamericano David Keeling que con sus innovadoras técnicas de medición efectuadas en Mauna Loa, Hawaii en 1958 evidenció que la sociedad estaba haciendo un desmesurado uso de combustibles fósiles; ante esto el apoyo económico que había recibido por parte del gobierno estadounidense se vio mermado, pues sus hallazgos podían afectar gravemente el ámbito económico. Las palabras del gobierno hacia el científico fueron “Ya ha demostrado usted que el co2 esta aumentando; busque ahora otro trabajo científico interesante que hacer” (El País, 2005, párr.4).

Gráfica II.7: Observatorio de Mauna Loa, Hawaii. Promedio mensual de concentración de co2; datos de octubre 2013



Fuente: programa de Scripps co2

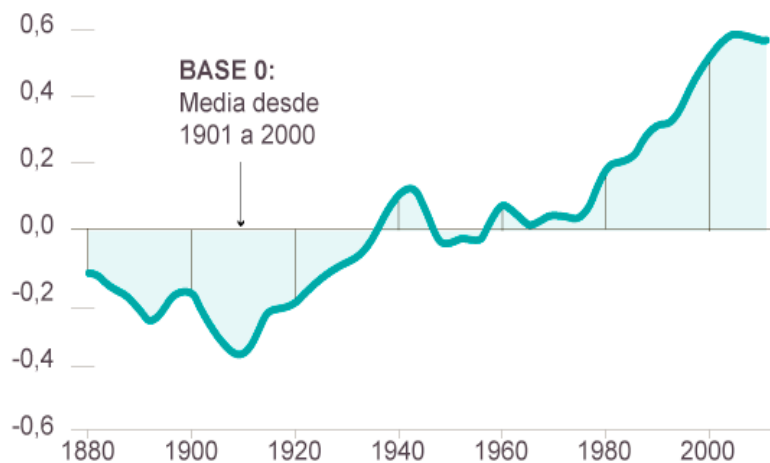
Keeling, persistió con su experimento y volvió a presentar datos incómodos creando así lo que ahora se conoce como la curva de Keeling, que es la gráfica que se muestra arriba, la cual señala el incremento constante de co2 desde 1958.

Otra de las variables que complementa la teoría del calentamiento global es el incremento de temperatura. La gráfica de abajo se muestra que aproximadamente de 1910 a 1940 aumentó 0.3 grados centígrados, esto según los científicos a causa del co2. Posteriormente vino un descenso pero en los setentas una vez más se volvió a incrementar.

Gráfica II.8: Temperatura media de 1880-2000

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA GLOBAL

Variación en grados de los valores anuales en la superficie de la Tierra



Fuente: NOAA, El País, 2013.

Los críticos de la gráfica anterior cuestiona el por qué en el periodo de 1940 a 1970 no se conservó el incremento de la temperatura constante, si se supone que el CO_2 mantenía un incremento constante tal y como nos muestra la gráfica de Kelling. Según Lovelock, (2007) esto pudo deberse a los aerosoles, un conjunto de gases que se producen de igual manera por la quema de combustibles, la función que pudieron efectuar fue reflejante de los rayos solares cuando se mantuvieron suspendidos en la atmósfera. Entonces, por qué actualmente no se presenta dicho fenómeno si aún seguimos consumiendo petróleo y sus derivados.

Es importante señalar que al mismo tiempo que ese estaba investigando sobre los efectos de la producción de CO_2 durante los setentas, surgía el movimiento ecologista que trataba de crear conciencia sobre el cuidado del medio ambiente, dando cavidad a la creación de partidos verdes y organizaciones no gubernamentales (ONG), de ahí que surgiera Greenpeace en 1972 en Canadá, institución icono del movimiento verde actualmente. Durante dicho lapso el movimiento prevenía de los jóvenes, pues estaban en contra de ese mundo de adultos que estaba a merced de un sistema económico que devoraba recursos naturales para proveer comodidad material, pero no libertad espiritual, por ello el cuidado y el reencuentro con la naturaleza fue un aspecto que divulgaban. Más tarde el movimiento maduraría y tomaría como banderín el calentamiento global a principios del siglo XX.

Más tarde surgieron obras enfocadas atender el argumento del efecto invernadero antropocéntrico como: *Turning up the Heat* de Fred Pearce (1989), *El efecto invernadero y Gaia* (1990) de Jonh Gribbin, *The coevolution of Climate and life* (1984) y *Global Warming* (1989) de Steven Schneider. La importancia del tema ascendió al ámbito político y la primer ministra de Inglaterra, Margaret Thatcher y el que fuera el vicepresidente de los Estados Unidos Al Gore lo usaron como parte de su agenda; en cambio sir Crispin Tickel¹⁴ fue más pragmático e incentivo a que se creara una instancia para analizar los efectos del calentamiento global y fue así que se formó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1989 (Lovelock, 2007). Enseguida el IPCC empezó a reunir diversos investigadores climáticos para efectuar reportes con la finalidad de predecir y sugerir acciones para atacar dicha problemática. Para efectuar dichas acciones se confeccionó el Protocolo de Kioto, en el acuerdo se suscribieron varios países para poder

¹⁴ Sir Crispin Ticket es un diplomático inglés y ecologista que fungió como embajador de gran Bretaña en México de (1958-1961). Es uno de los más fervientes defensores del calentamiento global en el mundo.

hacer frente al cambio climático. La idea fue que cada país redujera considerablemente su producción de CO₂. Dicho acuerdo se proclamó en Kioto, Japón en 1997 pero entró en vigor hasta 2005. Estados Unidos y Australia no ratificaron dicho acuerdo.

Lo que aconteció después de 2005 fue la recurrencia de fenómenos naturales, así como el deshielo del ártico; enseguida los científicos lo relacionaron como resultado del efecto invernadero antropocéntrico. Las noticias se llenaban de notas y notas de dichos desastres naturales.

II.4 LOS DESASTRES NATURALES

Los fenómenos naturales¹⁵ actualmente se han vuelto más recurrentes e intensos, no es que en el pasado no se hayan presentado, lo que ahora acontece es que alcanzan registros récord y esto a causa del calentamiento global según menciona climatólogo Kevin Trenberth de The National Center for Atmospheric Research (NCAR)

II.4.1 EL IMPACTO DE LOS HUARACANES

En el 2005 se exhibió uno de los huracanes más devastadores en la historia de los Estados Unidos, su nombre fue Katrina. El desastre dejó a Luisiana “1.833 muertos, más de un millón de desplazados, un millón de casas dañadas, 250.000 destruidas y 151.000 millones de dólares en pérdidas materiales” (la Vanguardia, 2015, párr. 2)

En el mismo año en México, se presentaba Wilma un huracán de categoría cuatro en escala Saffir-Simpson que azotó al estado de Quintana Roo dejando a su paso gran destrucción, principalmente en una zona que aporta gran dinamismo a la economía por el turismo. Las pérdidas llegaron a 30 millones de pesos, un millón de damnificados y cuatro muertos (Excélsior, 2015)

Y a finales de 2005 se manifestaba Stan un huracán de categoría uno que afectó a varios países de Centroamérica, principalmente a: Guatemala, Salvador y México; causando la muerte de 98 personas en México, 1500 en Guatemala y Salvador 72 (Oswald, 2012)

¹⁵ Los fenómenos naturales son manifestación de la naturaleza como: terremotos, tsunamis, erupciones, sequías por mencionara algunos. Pero en cuanto afecta a los seres humanos mediante pérdida de vidas o materiales se califica como desastres naturales.

Según Oswald :

Las más severas afectaciones se presentaron en el estado de Chiapas, donde 40% de la vegetación natural de la Sierra de los Tuxtlas fue destruida. La infraestructura económica mostró daños por 31.2% y el sector productivo por 22.5%, pero también el ambiente representaba el 5.2% por la destrucción de 168 000 hectáreas de bosque. Adicionalmente, un tercio de las casas impactadas se tenía que reubicar por su asiento en zonas de alto riesgo: 11% fueron totalmente destruidas, 16.3% parcialmente dañadas y el resto tuvo afectaciones menores. Los costos totales del huracán Stan equivalían al 5% del PIB del estado de Chiapas (Oswal, 2012:134).

Estos tres desastres naturales se desarrollaron en diversos contextos, es decir por un lado el huracán Katrina afectó a un país desarrollado, mientras que Wilma y Stan a un país en vías de desarrollo como México, con este matiz podría pensarse que la afectación tendría que ser menor en el país rico, pero no sucedió así, dado que dicho evento afectó a una de las poblaciones más vulnerable como la afroamericana en New Orleans (Mansilla, 2006). En el caso de México hubo dos escenarios, uno en Chiapas que es un estado con gran índice pobreza y Quintana Roo en especial Cancún que es una zona que genera millones de dólares por la industria del turismo; el apoyo de la federación se centro rápidamente en la zona turística por obvias razones (Mansilla, 2006).

En ese aspecto, podríamos mencionar que los desastres naturales afectan de manera diferente a los sectores sociales muy independiente si pertenecen a países desarrollados o no desarrollados. Pero lo que si es evidente es que las poblaciones pobres les cuesta más recuperarse de las pérdidas materiales. En cuanto a las perdidas humanas cualquier grupo social afectado tiene que lidiar con la ruptura de las relaciones sociales dentro del núcleo familiar y de la comunidad. Después de casi diez años las calles de New Orleans hace recordad aquel trauma. Algunas casas siguen pintadas unas “X” que dejaron los rescatistas de la Guardia Nacional, dicha marca se acompaña del número de unidad de rescate, de muertos y advertencia de peligros; algunas casas fueron recuperadas por sus dueños, pero otras quedaron abandonadas, y son la memoria de aquel trágico día (La Tercera, 2015).

II.4.2 EL RIESGO DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR

La elevación del mar se debe al deshielo de los polos árticos, es muy recurrente escuchar en los medios de comunicación sobre la descongelación de grandes témpanos de hielo. El efecto que puede traer dicho fenómeno es que la fauna que habita allí va ir extinguiéndose porque su habitat va desapareciendo, por ejemplo, el pingüino imperial corre el riesgo de

disminuir su población en un 50 % a finales de siglo según Stephanie Jenouvier bióloga del instituto oceanográfico de Wood Hole en EUA. (Noticias de la ciencia, 2014).

En la Antártida Oriental lugar donde se encuentra el glaciar Totten¹⁶ uno de los más importantes de la zona, investigadores de la universidad de Austin Texas dirigidos por Jamin Greenbaw han descubierto que el agua caliente del océano ha encontrado una conexión con la superficie de dicho témpano, esto pone en alerta a la comunidad científica, puesto que si se llega a disolver puede llegar a elevar el nivel del mar aproximadamente 3.5 m. El pronóstico anterior antes de dicho descubrimiento preveía un incremento de un metro por siglo pero ahora las cosas cambian, según esto podría observarse en algunos siglos (Sci-News, 2015).

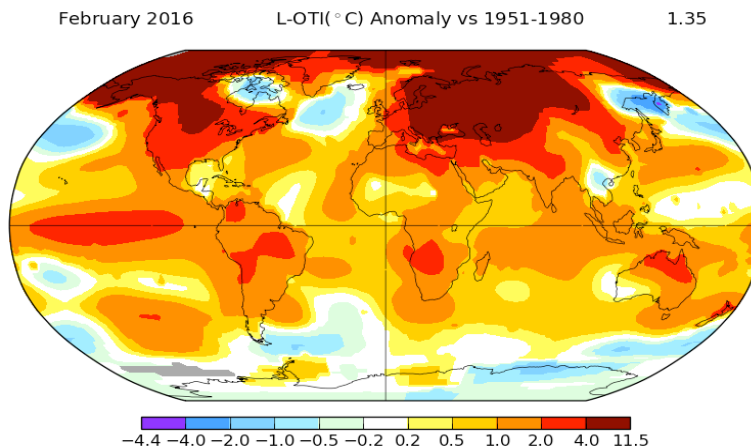
El incremento del agua afectara a sociedades que viven en: ríos, costas, islas y archipiélagos. Se dice que esto podría ocasionar que algunos territorios desaparezcan, provocando así migraciones y convirtiendo a estas poblaciones en *refugiados del cambio climático*. La tribu Biloxi-Chitimacha-Choctaw es una población que reside en la isla Jean Charles en Luciana y por el incremento de 20 cm de agua se tienen que trasladar a un nuevo territorio debido a que sus tierras se han perdido en su totalidad; se estima que el costo de la reubicación ascenderá a 48 millones de dólares, (El País, 2016).

II.4.3 DÍAS CALUROSOS

El segundo mes de 2016 se presentó como el más caluroso de la historia, según datos de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de Estados Unidos (NASA), y se estima que este año estará por encima de lo que fue el 2015, que también exhibió temperaturas record (Independent, 2016).

¹⁶ Este glaciar tiene un tamaño de 30 kilómetros de ancho y 120 kilómetros de largo.

Figura II.3: Febrero, el mes más caluroso de 2016



Fuente: NASA/Goddard Institute for Space Study en: <http://goo.gl/dKGZC>

Las olas de calor traen consecuencias fatales para la salud porque desequilibran al cuerpo de su temperatura normal, hasta punto en que lo llegan a deshidratar y si no se actúa rápidamente provoca la muerte. Una ola de calor que afectó a la India en el mes de mayo 2015 dejó 1,100 fallecimientos; la temperatura alcanzó en una de sus ciudades como Telangana 48 grados centígrados, mientras que en Guargab la demanda de energía eléctrica para mitigar el calor con aparatos como ventiladores y aires acondicionado provocó sobrecargas y cortes de electricidad (El Economista, 2015)

II.5 LOS CRÍTICOS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

A pesar de los diversos estudios y evidencias que se tiene sobre el calentamiento global y que este es acusado por los humanos, existen posturas que se oponen a dicha teoría. Otros científicos proponen que el sol tiene una mayor influencia sobre el incremento de temperatura que las actividades de los Sapiens. La situación que reforzó la incredulidad del calentamiento global fue cuando un hacker irrumpió en un servidor en una prestigiosa universidad de Reino Unido, los datos robados se publicaron en la red, poniendo en evidencia a varios científicos que “confabulaban” para presentar informes que favorecían sus investigaciones.

II.5.1 CLIMATEGATE

Uno de los mayores escándalos en el ámbito de la investigación científica sobre el clima se dio en noviembre de 2009 en Inglaterra, en la Universidad de East Anglia (UEA) en su Unidad de Investigación Climática (CRU) un hacker irrumpió en sus servidores y se

apropio de 1000 correos electrónicos¹⁷, la información se divulgo en la red y rápidamente los escépticos del cambio climático antropocéntrico señalaron que aquellos emails evidenciaban que algunos científicos no estaban efectuando con rigor su labor.

Esto llevó a generar cuatro líneas de investigaciones con la finalidad de averiguar si se estaban realizando malas prácticas por parte de los investigadores del CRU y de otros lugares. La Universidad de East Anglia formo dos, una para atender los emails y otra como panel de evaluación de la ciencia; la cámara de los Comunes creó una comisión sobre tecnología y ciencias, en tanto que la Universidad Penn State de los Estados Unidos se enfocó en el científico Michel Man creador de la gráfica *palo de hockey* (Montford, 2010).

Las acusaciones por parte de los escépticos se centraron principalmente en el director del CRU Phil Jones, puesto que en unos de los correos electrónicos le mencionaba a un colega: “Acabo de terminar el truco para Nature de Mike de agregar las temperaturas reales a cada serie para los últimos 20 años (es decir, desde 1981 en adelante) y desde 1961 para que Keith oculte el descenso” (Montford, 2010: 21)

De acuerdo con lo expresado, las criticas apuntaban a que era evidente que en el email estaban confabulando para suprimir información que permitiría lograr consenso óptimo sobre la teoría del calentamiento, debido a que existían algunos datos de científicos de escépticos que mostraban que había divergencia entre resultados de mediciones obtenidas por anillos de arboles y por instrumentales (Montford, 2010). Jones por su parte aceptó que el email sobre el *truco* era genuino, pero enfatizó:

Lo primero que hay que decir es que esto se refiere a un diagrama, y no aun estudio científico, y la palabra “truco” se emplea aquí de manera coloquial para indicar un modo hábil de proceder. Es ridículo sugerir que se refiere a algo reprobable (El País, 2009, párr. 5)

Ante esto la comisión que lo cuestionó sobre el *truco* lo exoneró, debió a que la forma en la que se habla en el email es parte de la jerga científica en la cual se desenvuelve (Montford, 2010)

¹⁷ En este link se pueden leer algunos emails que se obtuvieron de CRU.

<http://assassinationscience.com/climategate/1/FOIA/mail/>

En tanto que las investigaciones por parte la Universidad Penn State concluyeron que:

Ellos no estaban falsificando datos; ellos estaban tratando de construir un gráfico comprensible para aquellos que no eran expertos en la materia. El llamado "truco" fue nada más que un método estadístico utilizado para unir dos o más tipos de conjuntos de datos de manera legítima con una técnica que ha sido evaluada por una amplia gama de sus pares en el campo (Montford, 2010: 70)

También otro email pero esta vez donde involucraba a Man decía:

“No puedo ver que cualquiera de estos documentos estén en el próximo informe del IPCC. Kevin y yo los mantendremos afuera de alguna manera - incluso si tenemos que redefinir lo que es la literatura de revisión por pares" (Montford, 2010: 25)

Cuando se le cuestionó a Jones sobre que significaba “mantendremos afuera”, dijo que simplemente no le parecía buenos trabajos, ante esta respuesta la comisión le quedo claro que simplemente a eso se refería (Montford, 2010)

Otros de los alegatos por parte los críticos del cambio climático era que CRU siempre se habían negado a proporcionar información y facilitar el algoritmo que procesaba los datos; esto se hizo evidente al examinar los correos electrónicos y se encontró que David Holland¹⁸ reiteradas veces había solicitado las fuentes en la cuales basaban las conclusiones sobre un incremento de temperatura por actividades humanas, esto lo solicito amparándose bajo la ley de libertad de información, pero siempre se le negó dicho acceso (Montford, 2010).

La investigación en este sentido estaba muy limitada por cuestiones legales ante ello no se pudo hacer mucho (Montford, 2010)

Las cuatro investigaciones exoneró a los involucrados, eso no dejó muy contentos a los escépticos, pues desde un principio habían mencionado que los encargados de dicha tareas en su mayoría comulgaban con la idea de CRU y algunos tenían intereses económicos relacionados con la naciente industria de las energías renovables (Montford, 2010)

En una entrevista que le realizaron en 2013 a Mann, insinuó que con aquella osadía del hacker, se encontraba algo más turbio, y era un asunto de intereses tanto políticos como económicos relacionados con combustibles fósiles; y que la mejor forma de crear dudas en

¹⁸ Un científico escéptico de calentamiento global, ahora retirado de la academia.

la sociedad sobre el fenómeno del incremento de temperatura en la tierra por actividades humanas, fue mediante algo mediático (Independente, 2012)

Después de diversas investigaciones independientes que analizaron los correos se identificaron algunos datos y argumentos que eran erróneos, y que aparecieron en el reporte del IPCC en 2007, por ejemplo: mediciones que se tomaron de centrales meteorológicas Chinas eran malas lecturas que favorecía “casualmente” la teoría del calentamiento global; y un pronóstico sobre la eminente desaparición de los Himalayas en 2035 parecía algo sin fundamentos; el Panel ante esto reconoció como error el publicarlos, pero indicaron que eso no tenía un efecto en las conclusiones (The Guardian citado por Sampedro, 2012).

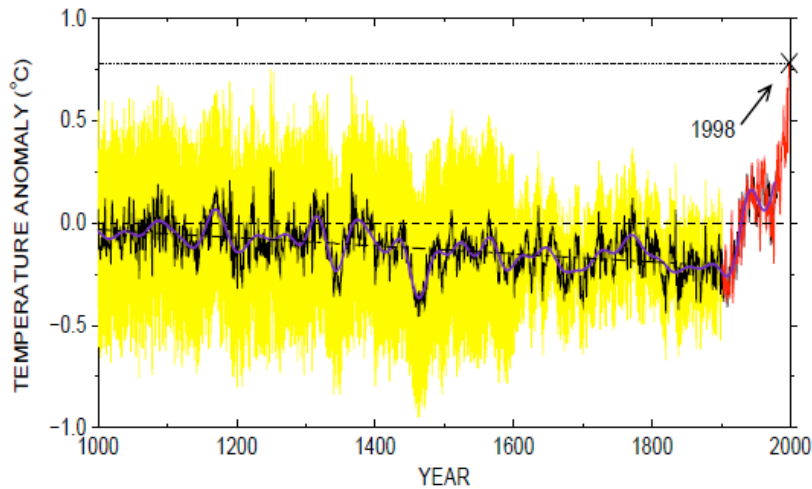
II.5.2 CRÍTICAS AL PALO DE HOCKEY

Michel Mann es uno de los científicos más cuestionados por los que no comulgan con la teoría del calentamiento global antropocéntrico, se le conoce por ser el autor del gráfico *palo de hockey* que se publicó en la revista *nature* en 1998, un año antes de aquella situación del robo de información; los más fervientes atacantes del profesor son tres Republicanos: Jim Inhofe, Joe Barton y ken Cuccinelli, quienes le pidieron que entregara toda la información relacionada con su estudio sobre el incremento de la temperatura, porque se sospechaba que sus conclusiones estaban amañadas (Independent, 2012)

Ante dichas acusaciones otros científicos realizaron las mismas pruebas y demostraron que Mann había incurrido en algunos errores, pero prácticamente no variaba mucho. Otros en cambio decían que cualquier dato que se insertara en el algoritmo de Mann el resultado siempre mostraba la figura de un palo de hockey (Independent, 2012)

Ante esto Mann dijo que al experimentar con multi-proxi que utiliza: análisis de anillos de arboles, corales y bloques de hielo, los resultados simplemente son algo tentativo que pueden ayudar a entender el clima en el pasado y así poder compararlo con el presente (Independent, 2012)

Gráfica II.9: Palo de hockey de 1999



Fuente: Mann y Bradley, 1999

En la gráfica II.9 podemos ver la imagen de palo de hockey, que muestra que en la era moderna se está presentando un incremento de temperatura. Los científicos recurren habitualmente a dicha gráficas para poder fortalecer sus argumentos sobre el cambio climático. La ciencia que estudia el clima es muy compleja, por ello el surgimiento de nuevas pruebas han ayudado a comprender mejor el tema.

II.5.3 NUEVAS EVIDENCIAS SOBRE EL CALENTAMIENTO GLOBAL

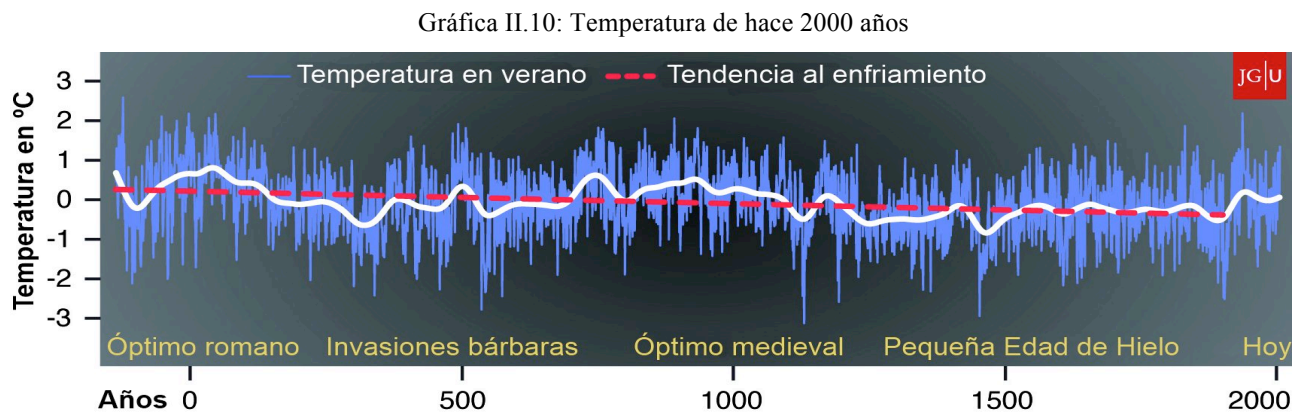
En 2012 un grupo de científicos liderados por el alemán Jan Esper de la Universidad de Maguncia, Alemania publicaron en *nature climate change* un artículo con datos que muestran periodos igual o más cálidos que el actual, de igual manera pronostican que posiblemente nos estemos acercando a un periodo de clima frio a largo plazo.

Hay que añadir que en 1940 se pensaba que se estaba iniciando una pequeña era glacial pero la idea se refuto cuando en 1970 la tendencia se revertió.

En el análisis de Esper se reconstruye el clima de hace 2000 años atrás, el estudio les llevó tres años donde investigaron sub-fósiles de pino de tres orillas de lago y 14 lagos de la zona

norte de Escandinavia, el clima frío conservó por mucho tiempo en buen estado dicha especie de árbol; la técnica que usaron fue dendrocronología¹⁹ (Esper et al., 2012)

Podemos decir entonces que con lo mencionado anteriormente, los estudios que hacen referencia a una tendencia del calentamiento global siempre hacen un análisis muy cercano a la edad moderna, por ello es que siempre luce aquella figura parecida al palo de hockey que va de un descenso a un ascenso. Por tal motivo el estudio es relevante ya que muestra que hubo otros periodos de calentamiento.



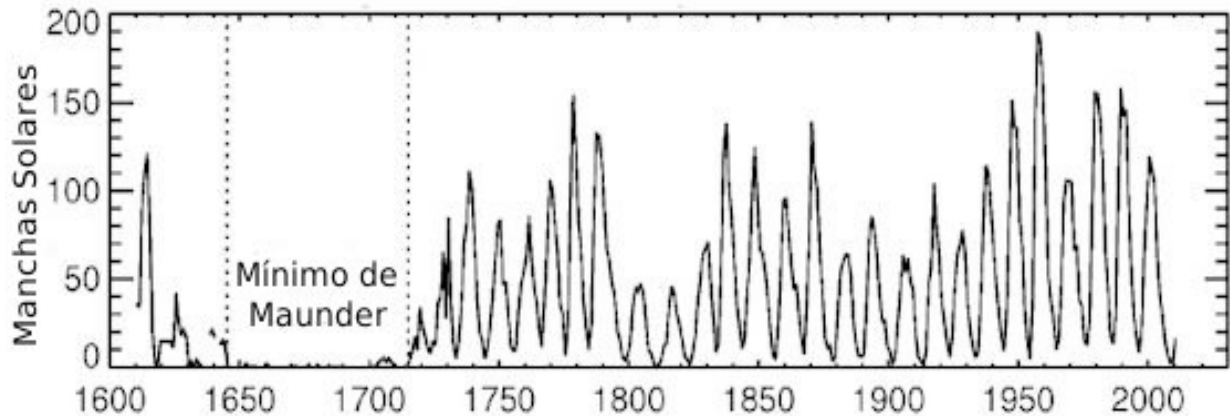
Fuente: LibertadDigital/ciencia en: <http://goo.gl/8Q0mBB>

En la gráfica II.10 nos centraremos en la variable temperatura, y como podemos observar en la época de los Romanos y Edad Medieval se tuvieron temperaturas altas, muy parecidas a las que tenemos hoy si atendemos en al período del “2000”. En esos tiempos calurosos se pudo tener una radiación solar de 1.6 W m^2 casi similar a la que hemos tenemos actualmente; por tanto, una de las conclusiones del equipo de Esper (2012) es que el sol es una variable que también influye en la temperatura del planeta.

Otro argumento que se usa para ver la relación entre sol y clima es lo que aconteció en la pequeña era de hielo que coincide con una escasas de manchas solares, a dicho evento se le llamó el mínimo de Maunder (NASA, 2013); esta relación algunos científicos la marcan como simplemente una coincidencia, no obstante otros puntualizan que siguen buscando evidencias complementarias que les permita concluir dicha relación que por ahora es divaga.

¹⁹ Análisis de anillo de árboles.

Gráfica II.11: Mínimo de Maunder (pequeña era de hielo)



Fuente: NASA en: <http://goo.gl/xBnOUj>

La idea de que el sol pueda tener cierta influencia en el clima de la tierra cada vez se toma más en serio. En el portal de la NASA en su sección de la ciencias espaciales comparte las conclusiones de un estudio llamado *The effect of solar Variability* (2012) divulgado por el Consejo Nacional de investigadores de Estados Unidos (NRC) en el cual mencionan que los ciclos solares que son de 11 años el sol presenta una diferenciación de luminosidad de 0.1 %, cifra que aunque parezca mínima puede influir en el planeta. Para poder lograr dicho estudio se tuvo que efectuar un trabajo donde se conjuntaron diversas ciencias como: química atmosférica, física de partículas energéticas, física de plasma, dinámica de flujos, historia de la tierra y actividad solar (NASA, 2013). Del mismo modo para poder entender dicha influencia se tienen que desdeñar ciertos efectos en cadena que suceden y que implican divisar: la termodinámica, física de fluidos y la química (NASA, 2013)

Por ser diversos los científicos que participaron en dicho estudio algunos tiene sus conclusiones muy particulares en como puede influir el sol en el clima. Isacc Held de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) dice que los rayos del sol pueden afectar la atmósfera y esta a sus vez las demás capas que la conforman, trayendo como efecto alterar el curso de las tormentas (NASA, 2013). Otra idea que se suma es que la capa de ozono se ve reducida por lo que es el acido nitroso (NOx) que se genera por rayos cósmicos y partículas energéticas, permitiendo así pasar más rayos ultravioleta a la tierra (Jackam citado por la NASA, 2013)

Una de las evidencias más importantes proviene del científico Gerald Meehl del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR), indica que el Pacifico tropical manifiesta

un fenómeno meteorológico parecido al de la NIÑA cuando existen más manchas solares; ante esto Amman dice que los efectos en todos lados no son lo mismo, en unos se presenta clima frío y en otros un clima seco (NASA, 2013)

Para algunos estudiosos del clima, las evidencias que hablan sobre la influencia del sol en el incremento de la temperatura en la tierra todavía no son sólidas como para dar sostén dicha hipótesis; pero el hecho de que se tome en cuenta la posibilidad de que el sol pueda ser otra variable es importante.

Se dice que con un clima caluroso la vida en la tierra puede perecer, pero es verdad que con un acrecimiento de temperatura la vida se tornara más difícil.

II.5.4 LA VIDA EN EL PERÍODO CÁLIDO

En los periodos cálidos que se presentaron con anterioridad al siglo XX se exhibieron en algunas zonas un clima húmedo que propicio que la agricultura pudiera florecer y generara un exceso de alimentos, por ejemplo: en el óptimo Romano en el valle de Rin, Alemania los olivos florecieron rápidamente y en Inglaterra se pudieron plantar viñeros; la temperatura media global que se pudo presentar en dicho período estuvo entre dos y seis grados centígrados (Plimer, 2010).

En el óptimo Medieval, los vikingos pudieron instalarse en la costa de Groenlandia donde pudieron hacer uso del terrero para la cosecha de sus alimentos (Kininmonth, 2010). La población se incrementó considerablemente en varias zonas de Europa por la abundante producción de alimentos, Inglaterra pasó de 1.4 millones a 5.5 millones (Plimer, 2010). Una análisis de anillo de árboles constata que en el mismo período pero al otro lado del mundo al norte de América en la costa oeste también brindó un clima cálido que seguro facilito fácilmente sustento alimenticio (Plimer, 2010).

Atendiendo a este punto podríamos decir si bien hay zonas que se verán afectadas por el calentamiento global habrá otros territorios que brindaran grandes ventajas para algunas poblaciones. En las zonas frías donde el suelo está cubierto por grandes extensiones de hielo al ir desapareciendo brindaran tierras ricas en nutrientes que se pueden usar para la agricultura y ganadería. Algunas de estas zonas pueden ser: Canadá, Alaska, Rusia, Groenlandia, Tíbet, entre otras más.

Si bien hay especies que se están extinguiendo hay otras que están incrementando su población, pero para ello han tenido que emigrar a zonas más agradables. Ese es el caso de la curruca rabilarga una ave que habita en las zonas mediterráneas de Europa pero que ahora se le ha visto en Inglaterra donde ha multiplicado por ocho su población²⁰; otras especies de aves están dejando su habitat por el incremento de temperatura y han encontrado refugio al norte de Europa como Noruega donde están proliferando (Criado, 2016).

Con el deshielo del ártico se podrían generar nuevas rutas marítimas, una de estas podrían acortar las distancias entre Europa y Asia al reducir: escalas, combustible, tiempo y el pagar cuotas por usar el canal de Suez²¹. Por ejemplo, Shanghái-Hamburgo podría ahorrar 6,000 kilómetros de distancia (cnn cita a la gasística rusa Novoteck, 2013). Los chinos ya lo intentaron en agosto de 2013 con una embarcación mercantil que se dirigía al oeste de los países bajos, el tiempo estimado para el viaje fue de 35 días en lugar de 48. (CNN, 2013).

II.6 ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS

Hasta ahora podemos decir que los combustibles fósiles son un elemento importante para el funcionamiento de la sociedad, las gráficas que se mostraron evidencian la gran dependencia que tenemos hacia ellos. La industria, transporte, servicios y hogares son los que más consumen dichas fuentes de energía, pero si pretendiéramos desprendernos de ellos en su totalidad sin antes buscar otras fuentes de energía que satisfagan las demandas energéticas podría generar algo parecido a un síndrome de abstinencia que nos afectaría en diversos aspectos. Las energías renovables han surgido como una alternativa para poder desplazar a los hidrocarburos; se les califican así porque tiene como fuente algún recurso natural como: los rayos del sol, corriente del agua, fuerza del viento, materia biodegradable, etc. La ventaja de estas energías es que no contaminan el medio ambiente.

²⁰ Si hablamos en números con respeto a cuántas especies de aves se han visto beneficiadas en el incremento de su población el dato es 46 pero otras 62 su población ha ido disminuyendo (Criado, 2016).

²¹ Es una canal artificial que une al mar Rojo con el mar Mediterráneo que se encuentra localizado en Egipto.

II.6.1 ENERGÍA EÓLICA

Esta energía se genera por una estructura parecida a una hélice de avión que se sujeta a un poste firme a la tierra. Cuando la corriente de aire pasa por las aspas se genera un movimiento rotatorio que produce en su interior energía eléctrica por la creación de un campo magnético.

Para poder instalar parques eólicos es necesario hacer estudios que contemplen varias condiciones para que se han eficaz. Se necesita estudiar el suelo donde se piensa instalar, saber si es propenso a sismos, si hay montañas que puedan canalizar las corrientes de aire o impedirlos, conocer la temporalidad y variabilidad del viento; y por supuesto saber no existirá conflicto con los terrenos que se piensan ocupar (Rudnick,s.f.).

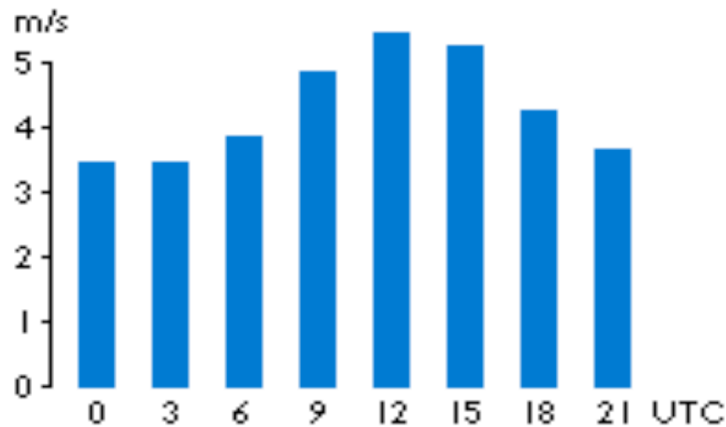
Evitar problemas con la población es de suma importancia. En el municipio de Juchitán, Oaxaca las comunidades han tenido problemas con empresas y gobierno por oponerse a la construcción de parques eólicos, actualmente existen 21, pero por las condiciones favorables de la región se piensa seguir abarcando territorio para nuevas instalaciones (Barragán, 2015). Los comunidades apelan a que se aprovechan de ellas al ofrecerles precios injustos por sus tierras, además de que los proyectos atentan contra su estructura social(creencias, subsistencia alimenticia y relaciones sociales); ante ello se están respaldando bajo el Marco Internacional de Derechos de Pueblos Indígenas, esto porque uno de estos desarrollos están solicitando crédito del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero únicamente se puede acceder si se cumple con el Marco internacional, que dice que se tiene que consultar a la localidad si las instalaciones no afecta sus costumbres y calidad de vida.(Barragán, 2015)

Cuando los parque cumplen con todos los requisitos anteriores, su operación se basa en crear una red eléctrica que canaliza la energía a donde se esté demandando. Por ser un sistema que depende de las corriente de aire y que algunas veces no es constante, mantienen una conexión con las plantas eléctricas convencionales para esos momentos de alta demanda, esto para no afectar al consumidor.

La principal limitante de la energía eólica es que el viento no es persistente, y como podemos observa en la gráfica II.12 la mejor calidad de aire es durante el día que en la

noche, pero aún así puede ser una ventaja, ya que la mayor cantidad de energética se demanda durante la mañana y tarde.

Gráfica II.12: Horario en el que Viento es ideal

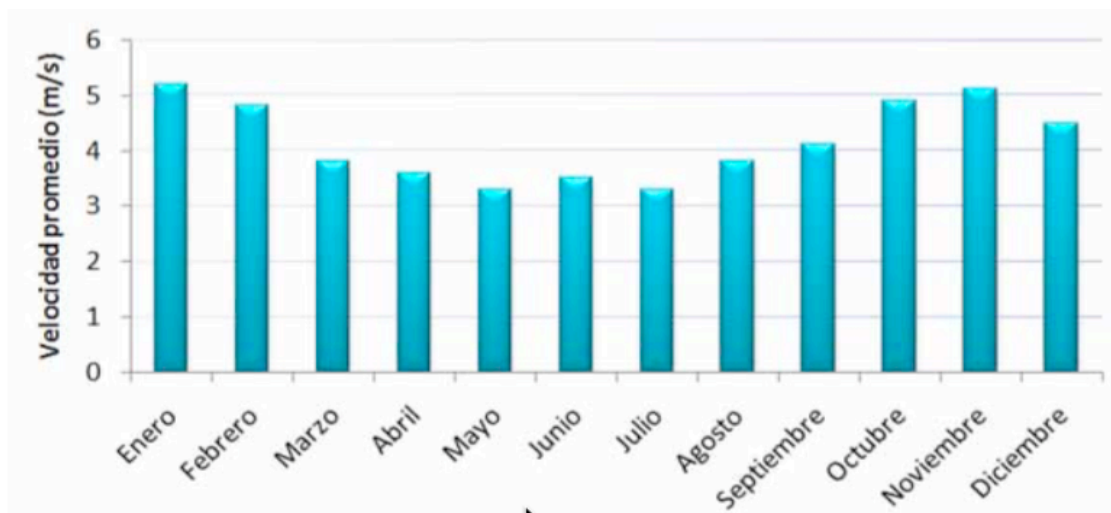


Fuente: windpower, (1998) en: <http://goo.gl/i3rN6P>

Otro elemento a considerar es que existen temporadas en las cuales el viento sopla más que en otras. En la imagen de abajo podemos observar que los meses de: enero, febrero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, el viento es excelente²². Por tanto, durante medio año se puede contar con una buena calidad de energía.

²² La gráfica representa la variabilidad del viento en la localidad de Colimbo, Chile pero en la mayoría de lugares el viento tiene el mismo comportamiento principalmente en lugares templados.

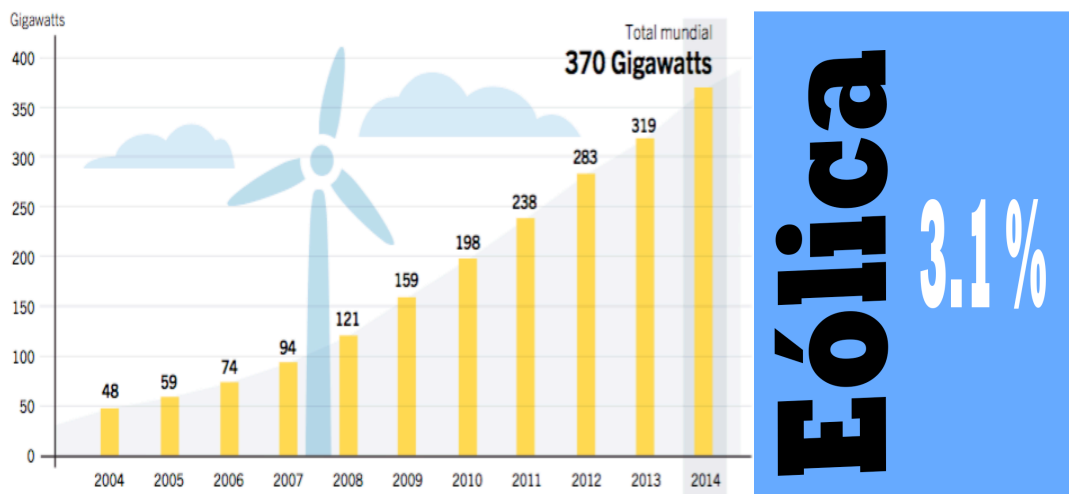
Gráfica II.13: Variabilidad del viento en Colimbo, Chile



Fuente: Rudnick, s.f.

En el mundo los molinos de viento se ha incrementado, y su presencia es considerable. Podemos ver en la gráfica 11.14 que la capacidad en kW ha aumentado de 2004 a 2014, de igual forma el número de unidades, representando así un 3.1 % a la energía eólica con respecto a otras energías.

Gráfica II.14: Porcentaje y capacidad de energía eólica en el mundo



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2015.

Una de las grandes críticas como menciona Lovelock, (2007) es que afean el paisaje, además que el ruido que genera las turbinas puede ser algo molesto para las comunidades cercanas a dichos parques. Otra situación que se dice es que traería efectos al clima local;

así como coaliciones con algunas aves que migren. Dicha situación se estudia, pero algunos investigadores se aventuran a decir que las afectaciones sería muy mínimas si se compara con lo que provocan otras infraestructuras y daños a otros ecosistemas.

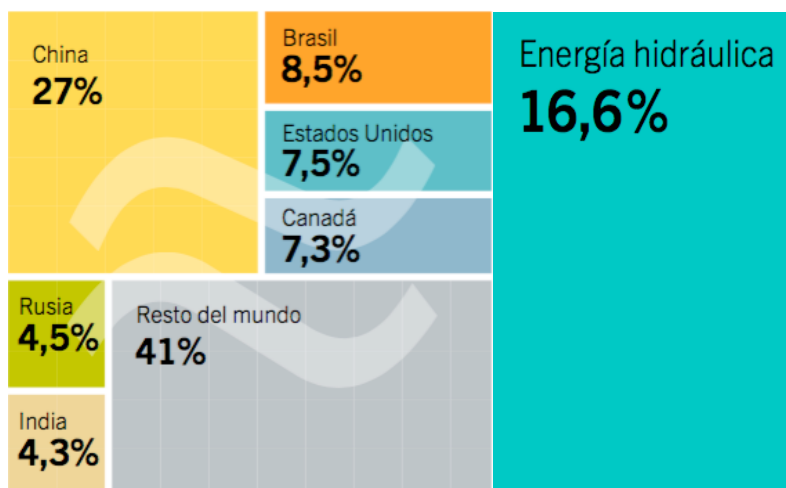
Apuntando a lo anterior, el ruido de las turbinas podría ser sólo una cuestión técnica que se atenderá conforme al avance tecnológico. Y sobre que afean el paisaje luce exagerado, lo que sucede es que no estamos acostumbrados a ver estas infraestructuras, y por eso algunos pueden tener una actitud como la que tenía Don Quijote sobre los molinos de viento.

II.6.2. ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Funciona de la misma manera que la eólica, únicamente que dependen de la corriente del agua. Se aprovecha un desnivel o cauce del agua para poder instalar una infraestructura que encauza el flujo del líquido a unas cámaras de turbinas, después de pasar por dicha cámara el agua regresa a su cauce normal. Países como: Suecia, Canadá y Noruega la usan para poder satisfacer el 50 % de su necesidad energética (Lovelock, 2007)

A pesar de ser una fuente limpia de CO₂, también presenta inconvenientes, por ejemplo: la infraestructura afecta el ecosistema local, comunidades pueden verse afectadas si la presa no resiste contener el agua; genera desplazamiento de poblaciones, por mencionar algunos.

Recuadro II.1: Porcentaje en el mundo de energía hídrica y países que hacen uso de ella



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2015.

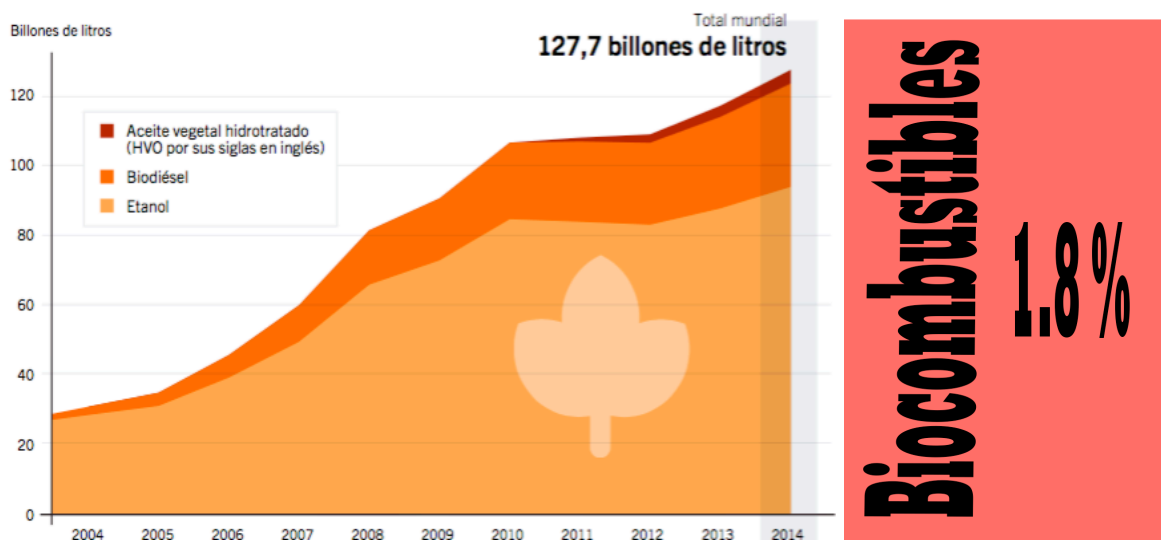
A pesar de dichos inconvenientes la energía hidroeléctrica es una de las energías renovables con mayor presencia, produce el 16.6 % de energía que se consume en el mundo. Podemos observar en recuadro de arriba que China obtiene el 27 % de su energía por medio de esta fuente. Una de las presas que más energía eléctrica produce a nivel mundial es la de Tres Gargantas que se encuentra en este país asiático.

II.6.3 BIOCOMBUSTIBLES

La producción de biocombustibles se basa en biomasa que se obtiene de materia orgánica, principalmente vegetal, dichos elementos deben contener: almidón, azúcares y aceites; mismos que se obtienen de: semillas de algodón, semillas de girasol, aceite de palma, aceite de coco, betabel, caña y por supuesto maíz. (Álvarez, 2009)

Para poder obtener: biogás, biodiesel, etanol, n-butanol y metanol, se emplea el método de fermentación, transesterificación²³ y digestión anaeróbica²⁴. Dentro de estos combustibles el maíz representa la mejor opción porque no generara gases contaminantes (Álvarez, 2009)

Gráfica II.15: Aportación de biocombustible en el mundo



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2015.

El aporte de los biocombustibles a nivel global es de 1.8 por ciento, pero el intentar incrementar su producción generaría un gran debate, dado que la mayoría de sus materias

²³ Es la forma en la cual se convierte la grasa y el aceite en Biodiesel.

²⁴ Proceso para obtener biogás.

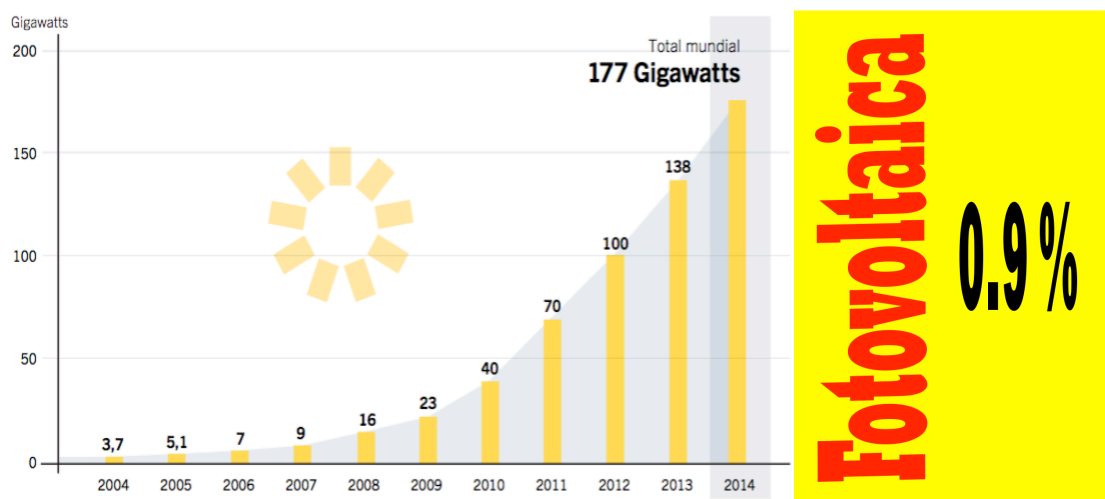
primas proceden de la agricultura, entonces el destinar terrenos para producir alimentos que se convierten en combustibles podría correr el riesgo de comprometer el sustento alimenticio de algunas poblaciones vulnerables.

II.6.4 ENERGÍA SOLAR

La energía solar se puede obtener de dos formas: fotovoltaica y térmica. La fotovoltaica utilizan paneles de silicio que reacciona a la radiación solar generando electricidad que se puede consumir durante el día de manera directa y la que no se llega a gastar se almacena en una batería para consumirla durante la noche.

La térmica hace uso de los rayos del sol para calentar el agua que se encuentra en un contenedor, el agua va aumentando su temperatura y se vuelve más liviana, posicionándose sobre la fría, esta se puede utilizar para duchas y cocinar alimentos principalmente. También existen diseños más complejos en los cuales se pueden llegar a generar grandes temperaturas que generan vapor que pueden mover una turbina para generar electricidad.

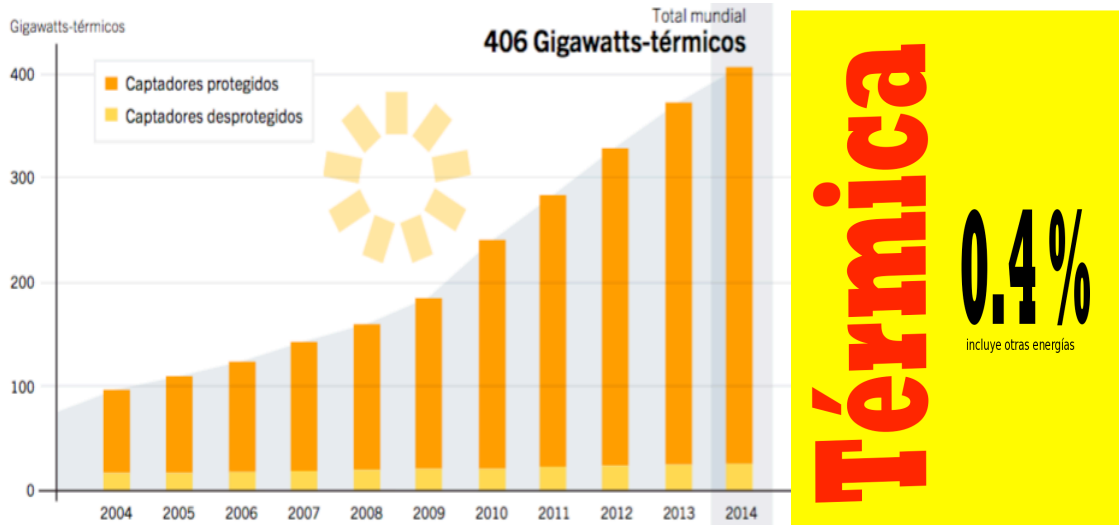
Gráfica II.16: Aportación e incremento de la energía fotovoltaica en el mundo



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2015.

En las gráficas II.6 y II.7 podemos distinguir como se ha incrementado el uso energía fotovoltaica y térmica en el mundo desde 2004 hasta el 2014, la aportación en conjunto suma aproximadamente 1.3 % de la energía que se consume en el mundo.

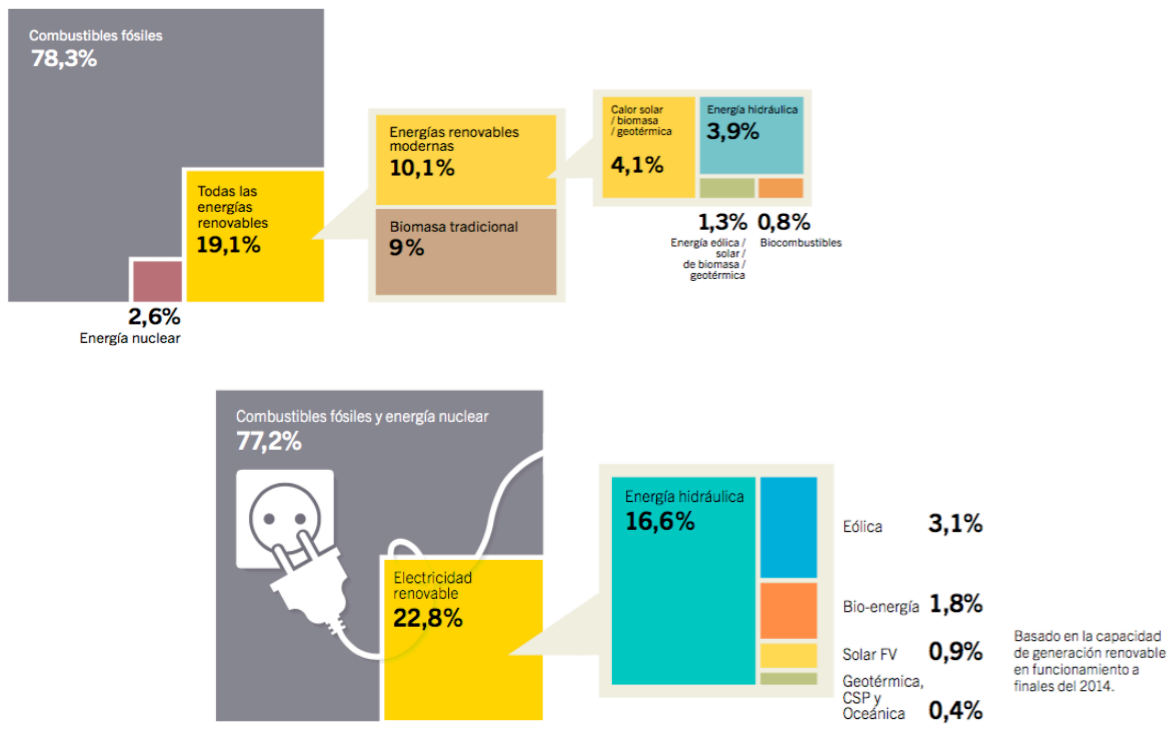
Gráfica II.17: Contribución y aumento de la energía térmica en el mundo



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2015.

Una de las ventajas de usar energía solar es que es infinita, ya que el sol sale siempre para brindar luz durante la mañana y tarde, en días despejados de nubes se puede aprovechar con alta eficiencia los rayos solares, pero cuando no existe condiciones propicias aún así se puede aprovechar un % considerable de energía. Existen también horas en las que el sol brinda una mayor potencial y temporadas en las que es muy eficiente; muy parecido al rendimiento del viento pero las ventaja que tiene es que es más constante.

Recuadro II.2: Incremento de las energías renovables 2013 a 2014



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2015.

En el recuadro II.2 muestra que las energías renovables están ganando poco a poco terreno a los combustibles fósiles, tan sólo en un año abarcó 3.7 % sobre la nuclear y fósil. Se puede ver que la energía hidráulica tuvo un incremento considerable del 12.7 %, esto porque es una de las energías con mayor consolidación.

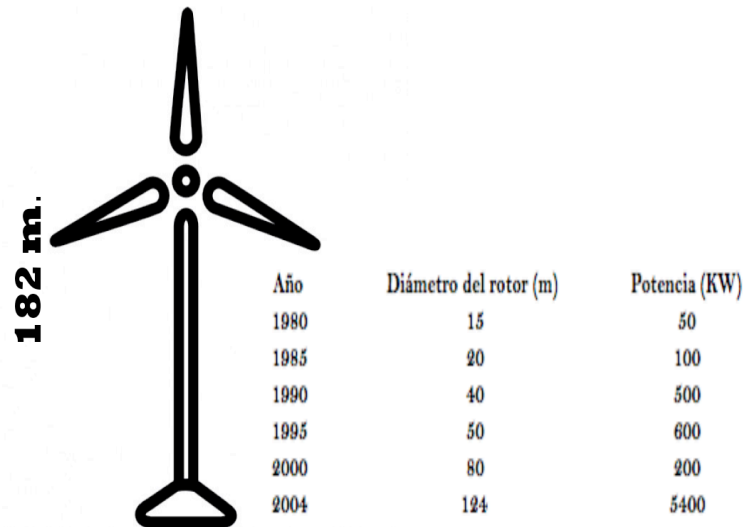
II.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia en el ámbito de la energía podemos entenderla como la forma en que se mejora el aprovechamiento de algún insumo energético, por decirlo sencillamente, obtener más con menos. Y eso es lo que ha pasado con las energías renovables que buscan ser eficientes. Solamente en dos rubros se han mostrado avances significativos: eólica y solar.

En el terreno de la energía eólica la potencia se ha incrementado a causa de un mejoramiento en los rotores, el incremento de altura de los postes y una mayor proporción de las aspas. En el municipio de Falces en Navarra España, se hace evidente la evolución de dicha industria, puesto que tienen molinos con una altura de 182 metros que llegan a suministrar la demanda energética de 3 000 casas, si los comparamos con molinos que se

instalaron hace 20 años en el municipio de El perdón igual en Navarra, su eficiencia es seis veces mayor (Cerrillo, 2015).

Recuadro II.3: Evolución del rotor de turbinas eólicas que se traduce en potencia



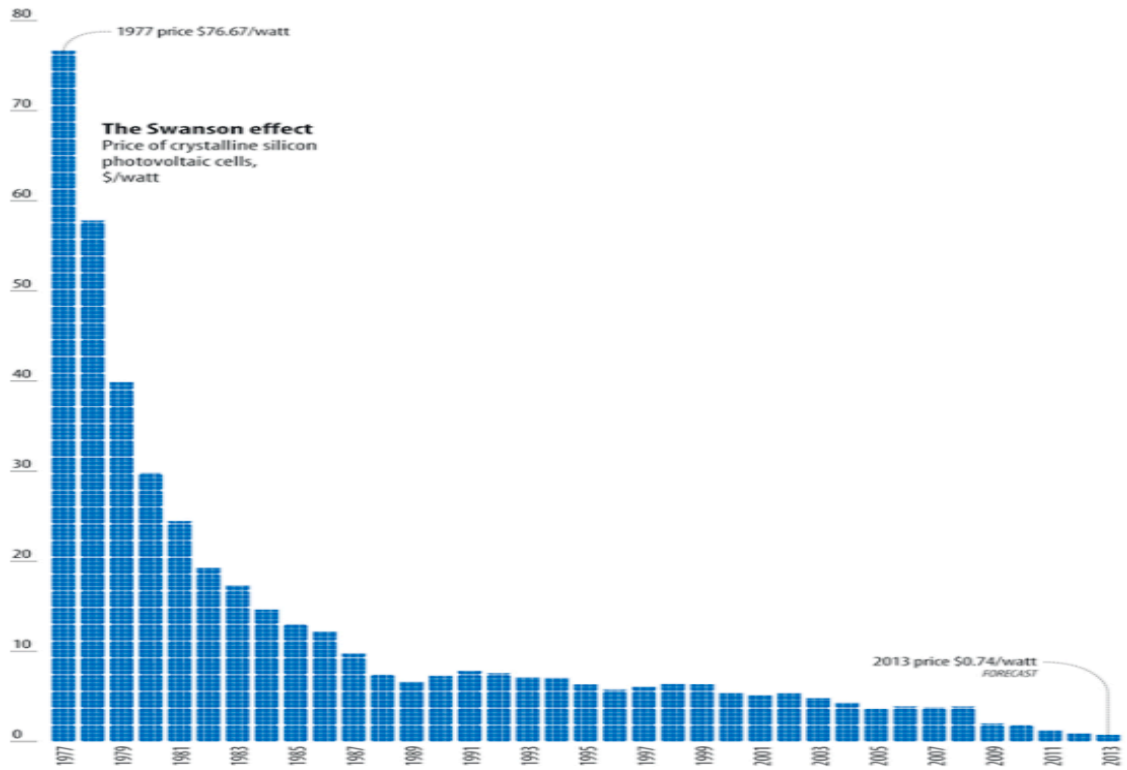
Fuente: Diseñado en base en Rudnick, s.f.

En el recuadro de arriba distinguimos como el diámetro del rotor de molino fue cambiando de dimensión durante 1980 a 2004, situación que trajo una mayor potencia en kW.

En cuanto a la energía solar esta tiene una ley parecida a la de Moore y es la *ley de Swanson* e indica que el precio de los paneles solares se reduce en un 20 % cada vez que su consumo se duplica (Car, 2012). La demanda se debe a la innovación en el uso de materiales que permite mayor eficiencia a la hora de generar electricidad. Existen actualmente prototipos de celdas solares orgánicas que podrían sustituir a los actuales paneles con silicio, provocando todavía más el abaratamiento de precios.

En la siguiente gráfica podemos atender como el precio de los paneles solares fue descendiendo de 76.67 dólares por watt a 0.74 centavos de 1977 a 2013.

Gráfica 11.16. Descenso del precio por watts en paneles solares



Fuente: Bloomberg / The Economic, 2012

Uno de los grande avances que han beneficiado a la popularidad de las energías renovables, en especial a la solar, son los carros eléctricos que cada vez se muestran más eficientes. Actualmente el 20 % de petróleo que se genera en el mundo se utiliza en los automóviles, pero como sabemos el combustible que se usa para su funcionamiento una porción se desperdicia en la generación de gases, fricción, calor, etc., este gasto es equivale a dos tercio de ese combustible (Schettino, 2015)

Pues bien, los carros eléctricos se están volviendo cada vez más populares porque tienen casi el mismo rendimiento que los de motor de combustión, tiene buena aceleración, las baterías cada día almacenan más energía y están alcanzado precios muy competitivos; los autos que produce Elon Musk dueño Tesla Motors llamado el nuevo Henry Ford del siglo XXI tiene la meta de producir autos cada día más baratos. La ventaja de estos carros es que se alimentan de energía producida por paneles solares o en otros casos por electricidad generada por gas natural que es más barato y menos contaminante (Schettino, 2015). En el caso de los autos Tesla cuando se adquiere uno de esta marca el combustible es gratis para siempre en sus estaciones de carga llamadas *Supercharger* que se suministra de energía

solar. La transición de carros de motor de combustión a eléctricos no esta tan lejos como pensamos, si bien primero un sector de la sociedad será la primera en adquirir dicha tecnología poco a poco se ira popularizando a otros sectores puesto que ésta asumirá el mayor costo por divulgar dicho automóvil; y como dice Schettino, (2015) en unos años los autos de gasolina serán de colección. Esto también traería beneficios a la atmósfera por la reducción de gases como co2 y monóxido de carbono.

II.8 LA ENERGÍA RENOVABLES SÓLO OPTIMAS EN ALGUNOS LUGARES

Mackay profesor de física de la Universidad de Cambridge en su obra *Sustainable Energy without the hot air* (2009) hace una análisis sobre si es posible dejar de depender totalmente de los combustibles fósiles en Reino Unido y mantener esa demanda energética con energías renovables. Una de las conclusiones a las que llega es que difícilmente se podría y es que a pesar de que Inglaterra cuenta con recursos naturales como: sol, viento, costas marítimas; no es posible porque no cuentan con el territorio suficiente para poder instalar estas infraestructuras proveedoras de energía (Macky, 2008). Simplemente, para poder cubrir un cuarto de su consumo energético con biocombustibles tendrían que cubrir el 75 % de la superficie de Gran Bretaña, y si optaran por otras energías se presentaría misma situación, el abarcar cantidades considerables de territorio para suministrar exclusivamente un % de energía (Macky, 2008)

En 2012 dentro de las charlas de TED²⁵ Macky hizo mención a que es indispensable conocer la zona donde se piensa hacer uso de alternativas energéticas para atender variables como: área del territorio, densidad poblacional, consumo actual y futuro de energía, por ejemplo, Canadá es un país con mucha superficie y con una densidad baja de población, pero existen países con alta densidad de población, poca superficie, pero con el mismo consumo de energía que ellos (Macky, 2012). Y con respecto a Reino Unido, Mackay (2012) una vez más confirmó que para poder mantener su demanda de energía con energías verdes se tendría que cubrir entre 20 a 25 porciento de superficie de la nación o se tendría que hacer alianzas con países que les permitieran usar sus superficies como: desiertos,

²⁵ TED es una organización que ayuda a difundir ideas innovadoras que pretenden resolver problemas actuales. Su lemas es “Ideas dignas de Difundir”. La forma que usan para dicho labor es por medio de conferencias y platicas que se difunden por internet gratuitamente. Sitio web: <https://www.ted.com/>

mares, y otros; situación que se vería comprometida porque seguirían dependiendo de los recursos de otros.

Por tanto, diríamos que las políticas que se establezcan en el uso de energías renovables tienen que obedecer a sus necesidades y contexto. Otras opciones serían tener nuevas actitudes a la hora de consumir energía como: usar bicicleta, transporte público, desconectar aparatos electrónicos, etc. Pero afectaría el estilo de vida de las personas (Mackay, 2012)

Con respecto a la idea de dejar de depender de los combustibles fósiles en su totalidad, Mackay (2012) apela a que hay que ser realista a la hora de proponer dicho pensamiento, dejar el discurso y echar números para sacar estimaciones verdaderas sobre si podemos depender de las energías renovables al 100 %.

Sin duda, Mackey toma variables interesantes, pero también es importante decir que las energías renovables cada día son más eficientes a pesar que no muestren avances exponenciales; si bien Inglaterra no cuenta con bastantes ríos para hacer uso de energía hidroeléctrica y menos una excelente radiación solar, se puede optar por ir modernizando los espacios ya ocupados por las energías alternativas. En Alemania a falta de nuevos espacios lo que hacen es sustituir molinos “viejos” por nuevos que son más eficientes, a esto lo han bautizado como *repowering* (Herrera, 2004). Y obviamente la transición a energías verdes no es sencilla, pero no imposible, dejar de un día a otro los combustibles fósiles sería una idea inocente, además que el petróleo es un material muy versátil que se ocupara para fabricar cosas como: caucho sintético, plástico, fibras sintéticas, lubricantes, etc.

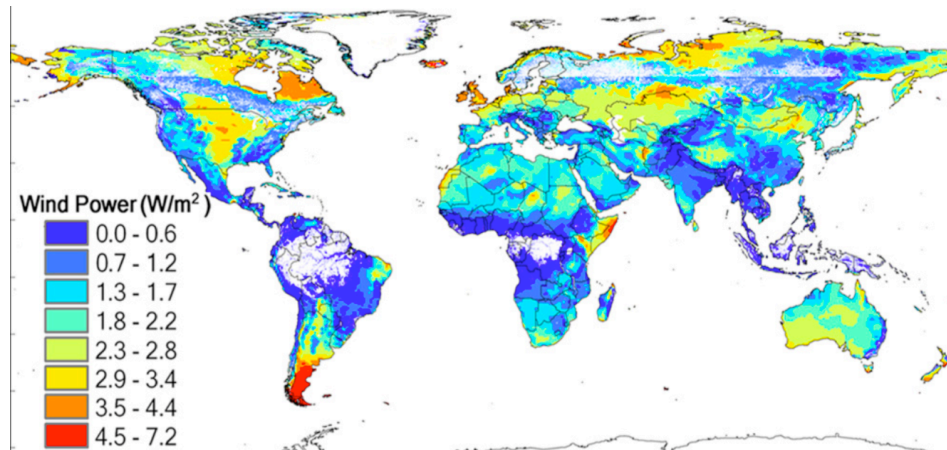
Lo que podemos recuperar de Mackey es que la energía que se demande de cualquier energía verde, hay que tomar en cuenta si existen los recursos para preverla. Y para una buena transición energética se debe ir reemplazando los combustibles fósiles siempre y cuando las energías alternativas lo permitan.

II.8.1 ZONAS ÓPTIMAS PARA LA ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA

Dentro de las energías renovables más prometedoras son la eólica y la solar. Ambas como pudimos comprobar se muestran cada vez más eficientes y accesibles. La solar tiene la ventaja que proporciona energía más constante que la eólica, y en dos versiones: fotovoltaica y térmica, además que se puede implementar a nivel doméstico. Pero no en

todos los lugares se puede hacer uso de ellas, en algunos lugares su implementación es más costoso por situaciones meteorológicas como: calidad de corrientes de aire y radiación solar.

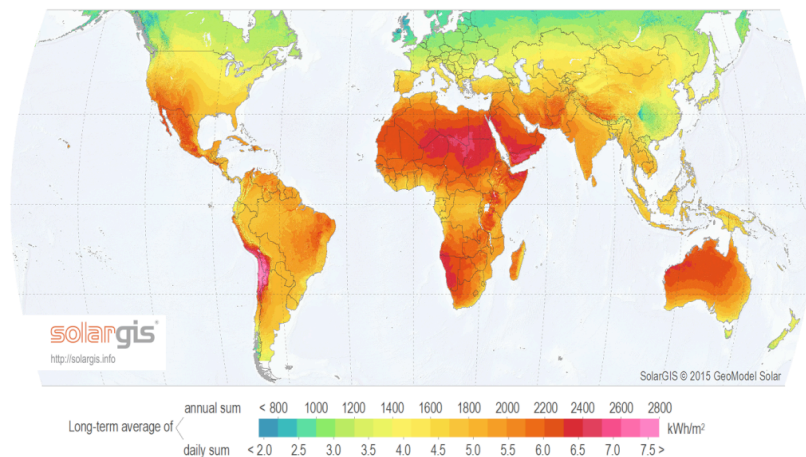
Figura II.4: Zonas donde la energía eólica tiene gran potencial (Datos de 2006)



Fuente: Lu, McElroy y Kivilvoma, 2009

El mapa de arriba nos muestra a nivel global las zonas que pueden hacer uso de la energía eólica. Los territorios marcados con rojo tiene el mayor potencial para brindar más watts; podemos ver que en el continente americano existen dos zonas rojas, una situada en Argentina y otra en México, para ser exactos en el estado de Oaxaca que tiene un número considerable de parques eólicos. Estados Unidos, Dinamarca, Australia, Reino Unido, Rusia, China, norte de Europa y África son territorios excelentes para dicha industria.

Figura II.5: Radiación solar en el mundo



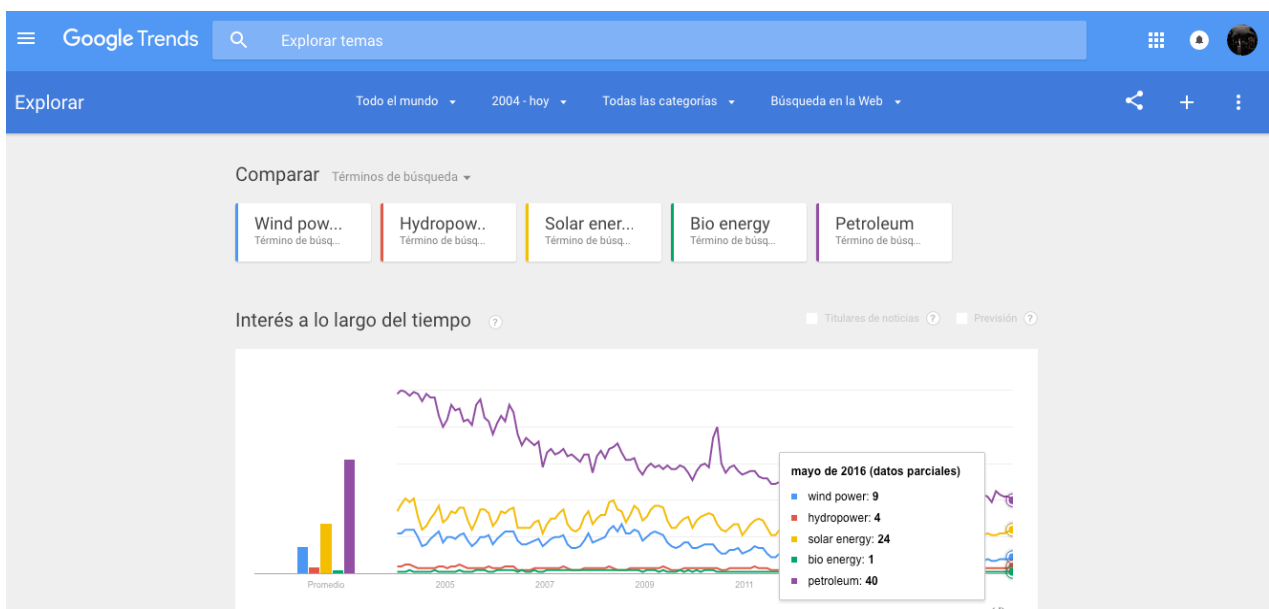
Fuente: Solagis, 2015 en: <http://goo.gl/EZNBrr>

Podemos ver en la figura II.5 las naciones podrían aprovechar la energía solar, los que se encuentran en color rojo son los que podrían beneficiarse, entre ellos México que se encuentra en la zona geográfica denominada cinturón solar.

II.9 LA ENERGÍAS RENOVABLES MÁS POPULARES

Para poder dar una panorama más amplio sobre qué energías renovables son la más notorias a nivel global, recurrimos a la red de redes (internet) y realizamos un google trends²⁶ que marca las tendencias de exploración en el motor de búsqueda google. Exploramos la energía: eólica, solar, viento, biomasa, hidráulica y petróleo en inglés y español a nivel mundial y local²⁷.

Recuadro II.4: energías renovables y petróleo en el mundo (en inglés)



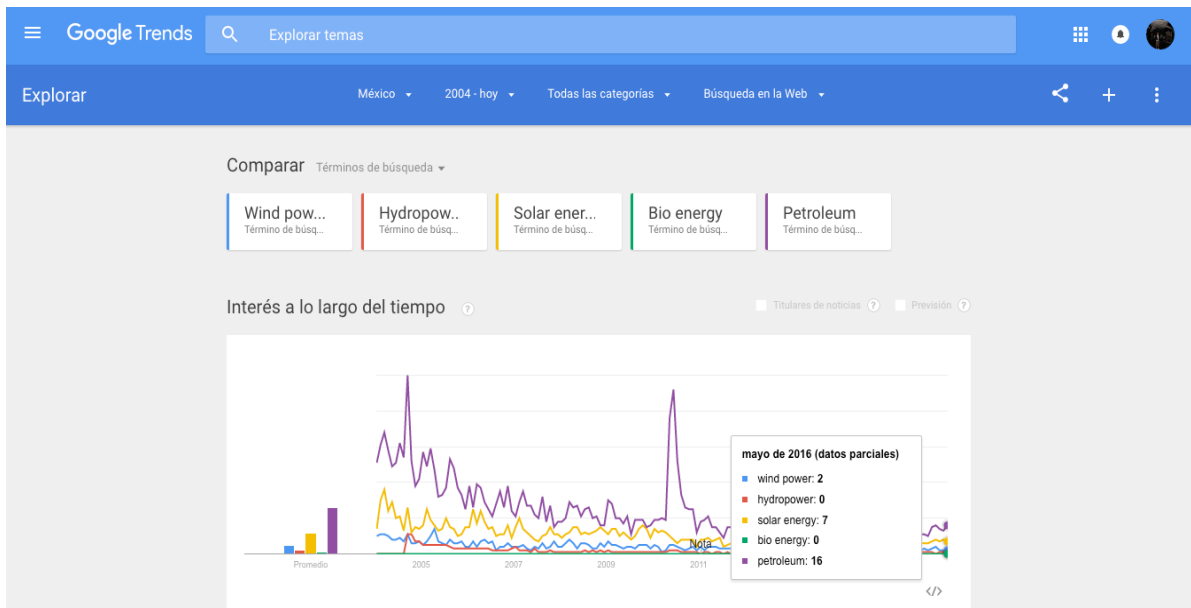
Fuente: elaboración propia. Puede consultarse en: <https://goo.gl/ofdDAE>

En el trend de arriba podemos ver que la energía solar está por encima de las otras energías renovables desde 2004 a 2016, pero no del petróleo aún que su popularidad va en decrecimiento.

²⁶ Es una herramienta de google que ayuda a conocer con que frecuencia es usado un término, usualmente se usa para hacer estudio de mercado. Atendemos a la popularidad al hecho de que están ganando adeptos.

²⁷ Atender con detalle los siguientes trends en la parte que dice “Explorar”, puesto que es donde se cambia de nivel local a global, también donde se usa la fecha de 2004 a 2016. Y más abajo donde se lee “Comparar” que es donde usamos los conceptos en inglés y español.

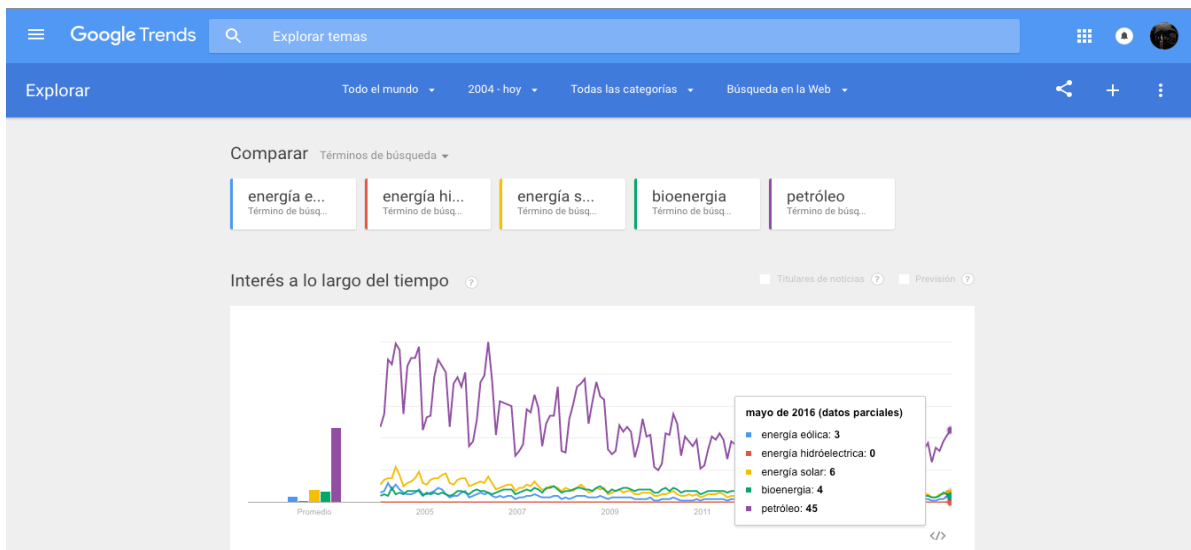
Recuadro II.5: energías renovables y petróleo en México (en inglés)



Fuente: elaboración propia. Puede consultarse en: <https://goo.gl/SC6gR2>

En el recuadro II.5 hemos cambiado la búsqueda a nivel local (México) y nos encontramos con la misma tendencia del trend 1, que la energía solar es más popular que las otras energías renovables; eso puede hacer referencia a que México cuenta con opciones excelentes para este rubro, motivo que hace llamar la atención de los internautas.

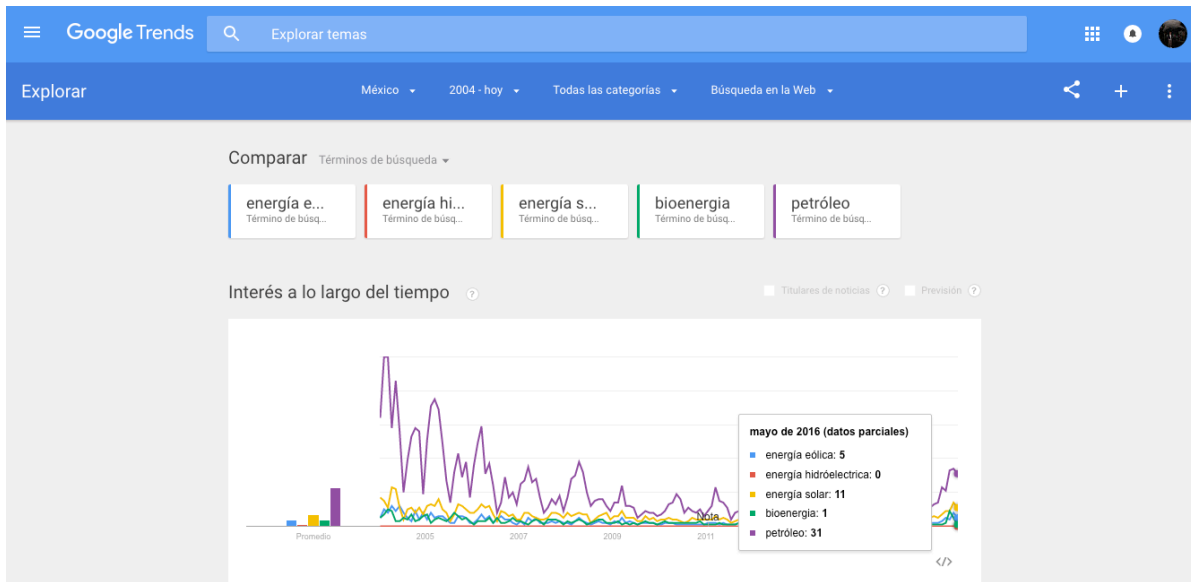
Recuadro II.6: energías renovables y petróleo en el mundo



Fuente: elaboración propia. Puede consultarse en: <https://goo.gl/CMWLpv>

Para el recuadro II.6 cambiamos la búsqueda de inglés a español y a nivel mundial la tendencia se mantiene a las anteriores donde la energía solar se manifiesta por arriba de las demás alternativas (excepto petróleo), confirmando así su popularidad debido a su versatilidad.

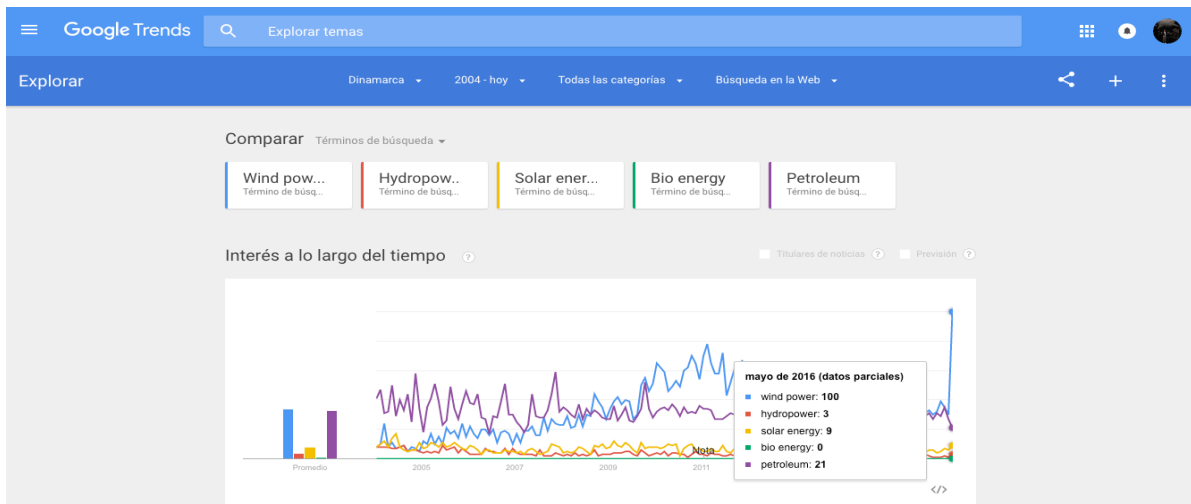
Recuadro II.7: energías renovables y petróleo en México



Fuente: elaboración propia. Puede consultarse en: <https://goo.gl/i5Zsuj>

El recuadro II.7 corrobora la tendencia de búsqueda local en inglés, donde la energía a base de radiación solar atrae con más frecuencia la búsquedas de internet sobre energías renovables.

Recuadro II.8: energías renovables y petróleo en Dinamarca (en inglés)



Fuente: elaboración propia. Puede consultarse en: <https://goo.gl/TW4cnh>

El recuadro II.8 lo efectuamos para hacer evidente que donde se implemente alguna energía renovable tiene que contar con los recursos naturales favorables. En Dinamarca la energía eólica está por encima de todas, incluso del petróleo, y es que a este país se le califica como potencia en este ámbito. Actualmente obtiene del viento el 42 % de energía eléctrica que consume (Nelson, 2016). Es evidente que este país aprovecha sus recursos naturales, puesto que su ubicación geográfica es idónea para el uso de turbinas eólicas.

II.10 EL VERDADERO RETO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Existen el gran reto para la energías renovables es el almacenar energía. El poder acumular energía permitiría a la alternativa eólica y solar ser más atractiva de lo que ya son ahora, y es que eso les brindaría romper con esos lapsos de variabilidad de viento y radiación solar, porque cuando exista una bonanza de energía se podría almacenar para cuando no hayan excelentes condiciones de viento y rayos solares.

II.10.1 BATERÍAS

Las baterías que actualmente se utilizan para almacenar energía aún no brindan una completa satisfacción, pero cada vez se obtienen avances significativos. Esto se debe principalmente a la industria de carros eléctricos que están constantemente innovando y abarcado mercado, de esta manera los que están enfocados en dicho rubro pueden ir aprovechando los hallazgos para ir abaratando las pilas (Citiguop citado por Mcferronb, 2014)

El precio de baterías para automóviles eléctricos después de 2010 se cotizó en 500 dólares por Kilovatio-hora (Mcferron, 2014), y se estima que entre unos siete y ocho años el costo puede llegar a 230 dls (Savvantidou citada por Mcferron, 2014). Pero la visión más ambiciosa es que en diez años el costo llegue a 100 dls (Musk citado por Mcferron, 2014)

En la página oficial de Tesla podemos encontrar que actualmente comercializan una batería doméstica que tiene un costo aproximadamente de 50 000 mil pesos y tiene la función de proveer energía en las noches, respaldo de emergencia y esperan que con el tiempo puedan hacer el hogar autónomo de las centrales eléctricas. El costo de dicha batería es alto si todavía sumamos la instalación y los paneles solares, pero si nos enfocamos en el objeto como una gran innovación y que al implementarlo nos permitiría ser desprendernos de las centrales eléctricas para siempre, veremos que podría marcar una nueva era en la

forma de obtener energía para nuestros hogares e incluido el transporte si el auto eléctrico penetra rápidamente.

Las baterías que han brindado mejor rendimiento y almacenamiento son las hechas de ion de litio, eso lo podemos constatar con nuestros celulares u otros dispositivos que cada vez mantiene una mejor durabilidad en energía, incluso la pila de mayor uso en autos eléctricos es del mismo material.

Para consumir el capítulo, podemos decir que el estudio del clima es mucho más complejo de lo que parece, los científicos suelen usar diversos instrumentos de medición y variables que algunas veces suelen ser experimentales; el consenso sobre una teoría puede considerarse un tanto difícil de ejecutar cuando el tema a investigar involucra diversos intereses, en especial económicos. El poder dudar sobre una hipótesis asegura que se busquen nuevas evidencias para fortalecerla o reformularla, por ello el poder incluir nuevos elementos como: el sol, atmósfera, capa de ozono, y saber que en el pasado se presentaron climas cálidos como el actual, ayuda a ampliar el conocimiento sobre dicho fenómeno, pero principalmente para poder eliminar ese discurso apocalíptico sobre que el calor es una anomalía en la tierra; de igual forma, ayuda a generar una cultura ambiental y prevención del desastre. Si bien existen dos posturas sobre el por qué del aumento de temperatura en la tierra, también podría ser posible que ambas estén vinculadas, es decir, que tanto las actividades humanas como la actividad del sol estén incidiendo en la fiebre de la tierra, dicha idea puede mantenerse como una tarea a descifrada por los estudiosos de las ciencias de la complejidad.

Con respecto al labor del IPCC y su política de descarbonización (Co₂) nos parece una visión muy reduccionista, y es que hay otros problemas ambientales de igual o mayor magnitud como: destrucción de ecosistemas, desgaste de capa de ozono por químicos, deforestación, explotación de los mares por la pesca, contaminación de ríos, etc., que son situaciones que también afectan a la tierra.

En tanto al tema de el uso de energías renovables, substancialmente su evolución y eficiencia energética ha permitido obtener buenas cualidades en su rendimiento y precio, estos dos factores son importantes porque las hace más accesible que hace décadas permitiéndoles ser tomadas cuenta como alternativas serias, principalmente la energías

eólica y solar; pero para poder ir ganando terreno a los combustibles fósiles su innovación tiene que mantenerse constante y visible.

La premisa de que sólo usando energías renovables podríamos satisfacer nuestra demanda energética resulta ser muy atrevida, puesto que hoy aportan casi el 22.8 % de la energía en el mundo. Lo que si es evidente es que usando una mezcla de energías alternativas junto con los grandes avances que están logrando podríamos ir reduciendo poco a poco la dependencia hacia los combustibles fósiles. Es importante puntualizar que estas energías tienen que ser más visibles para mostrar su potencial, difícilmente alguien podría optar por alguna energía renovable si no percibe con resultados tangibles lo que pueden obtener de ellas.

Un dato importante que se confirmó, fue que cuando se contempla implementar una alguna energía alternativa, es necesario saber si se cuentan con los recursos naturales para que esta pueda brindar una excelente efectividad, porque si alguien realiza un parque eólico en un lugar donde no existen corrientes de aire, el costo de generar energía eléctrica resultara elevado. Un hallazgo interesante que resultó de analizar los mapas de radiación solar, calidad de aire y trends, es que México cuenta con los recursos necesarios para aprovechar dichas energías renovables, principalmente la solar que tiene la flexibilidad de implementarse a nivel industrial y doméstico en dos modalidades: térmica y fotovoltaica. Cuando hablamos del hogar estamos aludiendo al tercer sector que demanda más energía después de la industria y el transporte, entonces el poder buscar alternativas que se puedan implementar en las viviendas puede brindar independencia a los combustibles fósiles en un % considerable, además de otras implicaciones sociales que beneficiarían a los usuarios de la energía solar.

CAPÍTULO III

INCENTIVANDO EL DESARROLLO LOCAL

En este capítulo vamos atender a una de las energías limpias más prometedoras, la energía solar. En los siguientes apartados presentaremos los resultados de un monitoreo que se efectuó a un prototipo de calentador solar que desarrollamos con la finalidad de visualizar los beneficios que trae el implementarlo en un hogar doméstico; dichas derivaciones podrían alentar su uso como fuente de energía alternativa para promover el desarrollo local en la entidad.

III.1 DE CALIFORNIA A PUEBLA

Durante una estancia de investigación en la ONG *Tierra Institute International* en California, Estados Unidos, reavivó la idea de incidir en el ámbito de las energías limpias, principalmente en la energía solar. El paisaje de dicha ciudad dejaba ver un panorama diferente, viviendas que concentraban entre cuatro y seis paneles solares que se alineaban con la salida y entrada del sol. Presenciábamos la implementación de una energía renovable que satisfacía la demanda energética de varios suburbios.

El director de dicha ONG, Marius Cucurni en una charla manifestó que: el clima de California brindaba las condiciones idóneas para implementar paneles solares, y lo sería también para el uso de calentadores solares, pero por la legislación del estado Californiano que exhibe un proceso largo para emitir permisos que consientan la instalación de termotanques en los techos de las casas, imposibilitaba su popularidad; además que el gas natural es muy barato.

Una importante variable para el uso de la energía solar es el clima, y el de California se asemejaba mucho al de Puebla, fue por ello fácil relacionarlos enseguida y saber que se podría recurrir a los rayos del sol para promover el desarrollo local en Puebla.

La energía termo-solar nos pareció más viable implementar y evaluar en comparación con los paneles solares, porque nuestra idea partía también de fabricar un calentador solar de bajo costo que fuese una alternativa viable y fácil de concebir con el propósito de valorar el potencial de la energía solar que hay en el municipio de Puebla. El prototipo se consiguió consumir por otro dato importante que nos brindó el director de *Tierra Institute* y que

resultó el elemento central para poder gestarlo; además se le añadió la idea de *internet de las cosas* que es el poder monitorear o manipular cualquier objeto por medio de la web.

En el sector donde se implementó la alternativa energética fue en el doméstico, puesto que es uno de los que más consume energía después del transporte e industria, por ello nos pareció oportuno enfocarnos en un espacio donde se tienen que satisfacer ciertas demandas energéticas para poder acceder a una buena calidad de vida. Nos empeñamos entonces en atender la disminución del consumo de gas L.p., que como sabemos es uno de los mayores contaminante después de que resulta de la combustión de gasolina por parte de los automóviles; además que es uno de los gastos económicos más fuerte de un hogar.

III.2 EL DESARROLLO LOCAL COMO ALTERNATIVA

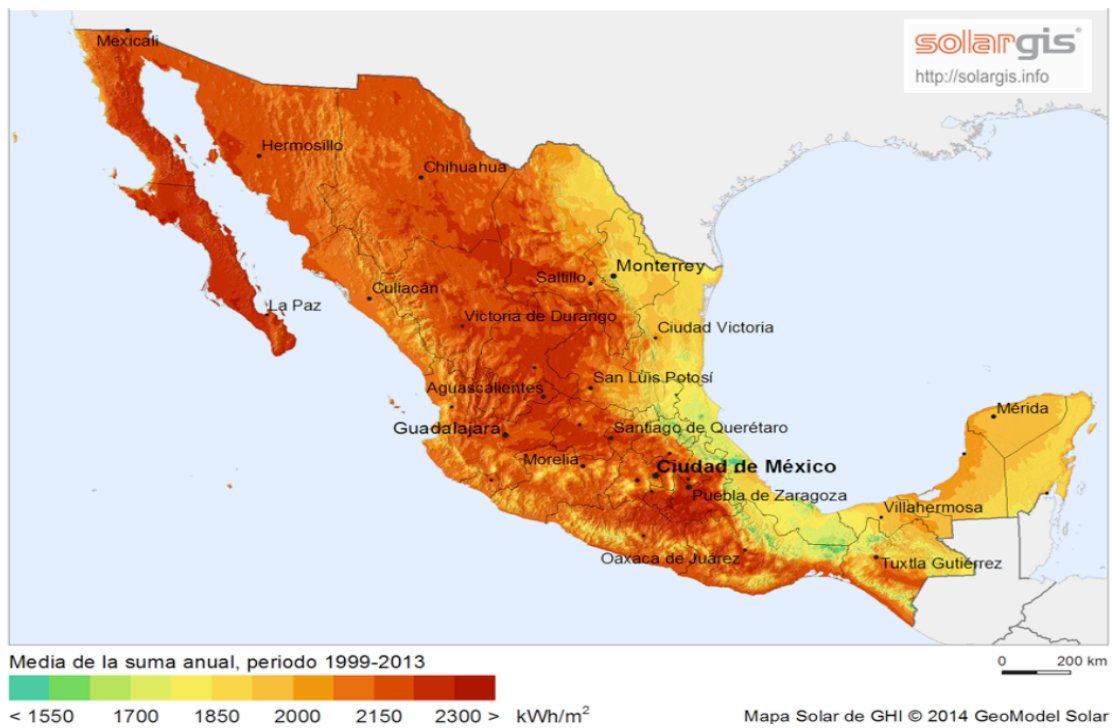
Hay dos postulados básicos del desarrollo local y son: la participación y organización de los actores locales y un territorio que ofrezca los recursos necesarios para potencializar dicho desarrollo (Vázquez Barquero, 2009). Arocena en este sentido y citada por Di Pietro (2001) menciona que hay tres tipos de actores sociales: los que tienen injerencia en el ámbito de las políticas públicas e instituciones; los poseedores del conocimiento técnico y finalmente los ejecutores de la operación. Estos tres actores sociales que se posicionan en diversos ámbitos tienen que mantener un diálogo que permita potencializar los recursos locales para brindar un bienestar a la población (Di prieto, 2001). En tanto al territorio, no solamente se le tiene que percibir como un espacio físico y teórico, sino como un lugar donde se crea una diversidad de relaciones sociales que dan identidad a la zona, haciéndola única, por ello tenemos que contemplarlo como un entorno activo (Di prieto, 2001). Cuando hablamos de desarrollo local no únicamente nos estamos enfocando al tema de crecimiento económico, sino en algo más holístico, Vázquez Barquero (2009) menciona que el territorio tiene que transformarse en un espacio que motive a vivir, producir y aportar al bienestar de la población; y cuando adquiere una particularidad, ésta tiene que generar vínculos con lo global para generar una dialéctica (Arocena ,1995), propiciando así “pensar global, actuar local” (Di prieto, 2001: 23)

En ese sentido, la implementación de la energía termo-solar en Puebla permite actuar a nivel local en un tema de importancia global como es la búsqueda de alternativas energéticas que permitirán contrarrestar el consumo de combustibles fósiles. El territorio

como se mencionó anteriormente no está limitado a su espacio natural, pero si puede ser un factor determinante para germinar una identidad. México, por ejemplo, cuenta con una buena radiación solar²⁸ en la mayoría de su territorio, esto porque se sitúa en lo que se denomina *cinturón solar*, zona que recibe la mayor cantidad de irradiación solar, en promedio anual por día obtiene 5 kWh/m² de radiación (CONUEE, 2014) suficiente para abastecer las necesidades básicas de un hogar; el estado de Sonora, es un caso interesante, porque exhibe los mismos niveles de radiación que el desierto del Sahara, si se captara únicamente el 1 % que incide en la región podría proveer a toda la República Mexicana de energía (Arancibia citado por Sánchez, 2014). Por tanto, el territorio nacional cuenta con un recurso natural importante que podría aprovechar para convertirse en líder a nivel mundial en el uso de energía solar, así como lo es Alemania que con una radiación solar media anual de 3.2 kWh/m² es una potencia en el aprovechamiento de rayos solares (Valdez citado por El Economista, 2013)

²⁸ En el interior del sol se fusionan grandes cantidades de materia que producen demasiada energía, una parte de esta llega a la tierra por medio de radiaciones electromagnéticas. Estas radiaciones se clasifican en dos: radiación directa e indirecta. La indirecta es el resultado de una interferencia propiciada por nubes o por moléculas que se encuentran en la atmósfera, mientras que la directa no encuentra obstáculos, salvo la superficie terrestre.

Figura III.1: Radiación solar en el México



Fuente: solargis, 2015 en [http://https://goo.gl/mTCp49](https://goo.gl/mTCp49)

En el mapa de arriba podemos ver que prácticamente más de la mitad del territorio cuenta con una buena radiación solar que podría aprovecharse para generar energía. Esa oportunidad puede materializarse con la reforma energética²⁹ promulgada en 2013 que efectuó una nueva forma de percibir el ámbito energético, dicha transformación dio apertura a que inversionistas se les permitiera participar en operaciones de extracción de hidrocarburos, así como en la generación de electricidad; del mismo modo y sin generar mucho revuelo como el enunciado anterior, se estaba también dando espacio para implementar el uso de energías renovables, alternativas que brindan la oportunidad de renunciar en un porcentaje considerable el consumo de combustibles fósiles. Pero no fue sino hasta que surgió la ley de Transición Energética (LTE) que se aprobó en el mes de diciembre de 2015 con la finalidad de brindar un panorama más claro con respecto al uso de energías verdes. Las metas que busca dicha ley es que para el 2018 la industria esté

²⁹ Con la reforma energética se modificaron los artículos 25, 27 y 28 de la constitución mexicana, que permite ahora la intervención de particulares en la exploración, extracción de hidrocarburos y generación de energía eléctrica, situación que antes era exclusiva del Estado.

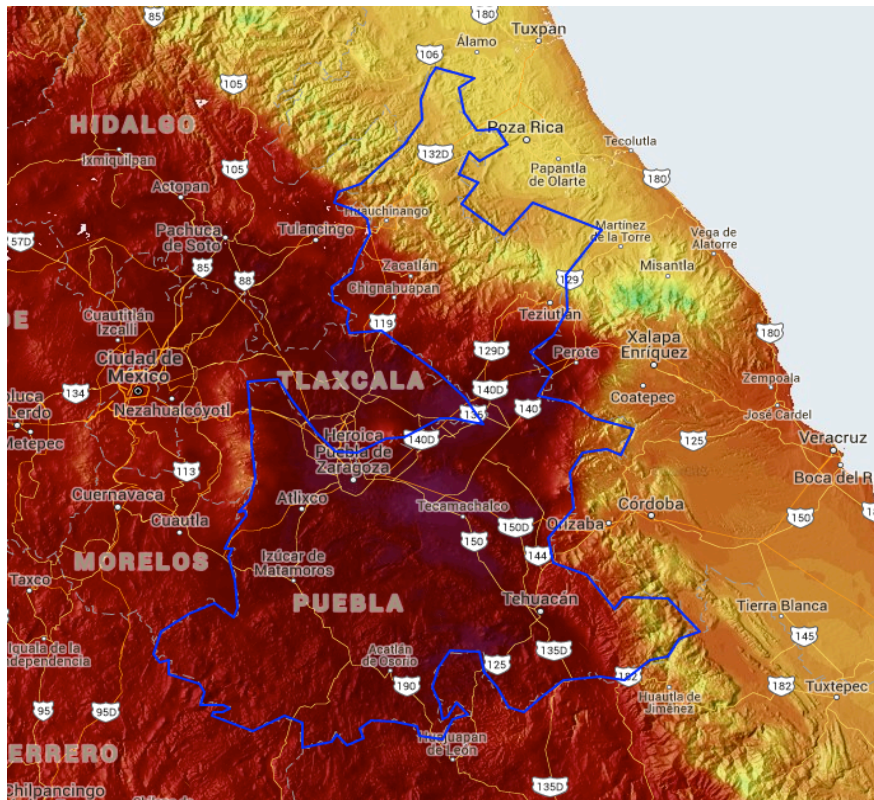
consumiendo un 25 % de energía limpia³⁰ dentro de su consumo total, para 2012 un 30 % y para 2024 un 35 %. Los que no puedan cumplir con la meta podrán adquirir Certificados de Energía Limpia (CEL) para alcanzar la cuota; así entonces los que produzcan energía podrán vender dos bienes: energía y certificados de energía (Alarcón, 2014).

III.3 LA RADIACIÓN SOLAR EN PUEBLA

En la figura III.2 podemos apreciar que en Puebla la zona centro-sur cuenta con una buena incidencia de radiación solar que oscilar entre 4.5 y 5 kWh/m² por día en temporada alta y en temporada baja entre 2.5 y 3 kWh/m² (Tejada, García, Méndez, Miranda y López, 2015), mientras que en la parte norte del territorio que limita con Veracruz, muestra una baja radiación solar. Con estos datos podríamos decir que la entidad tiene el potencial para poder hacer uso de la energía solar.

³⁰ No incluye al gas licuado y natural.

Figura III.2: Radiación solar en Puebla

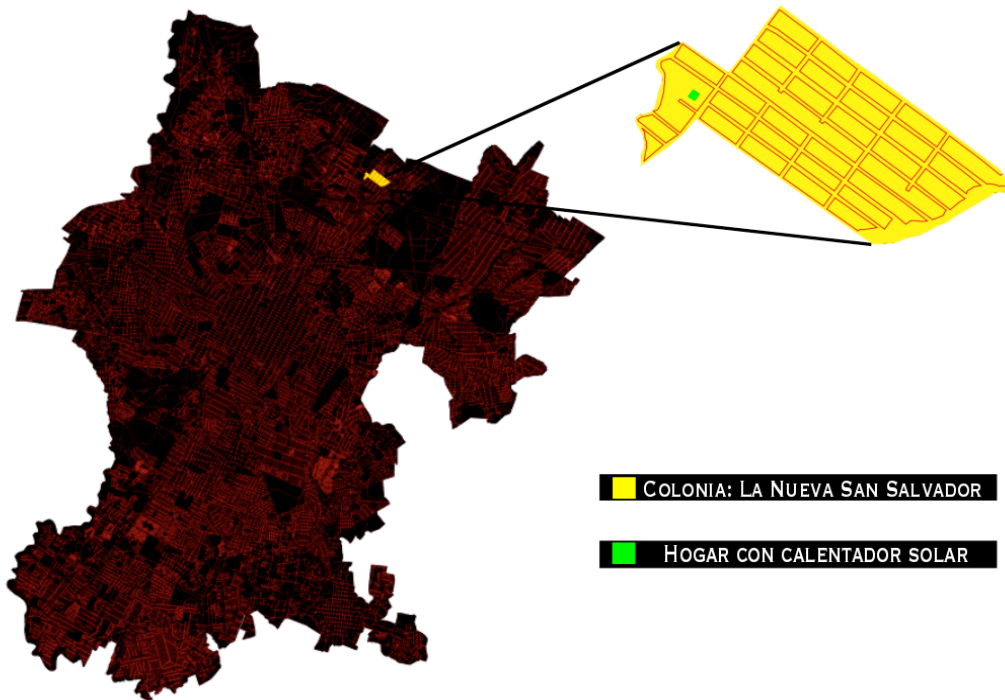


Fuente: diseño en base a solagis, 2015 en <http://goo.gl/875On7>

III.3.1 LOCALIZACIÓN DEL CALENTADOR SOLAR (KEPLER 1.0)

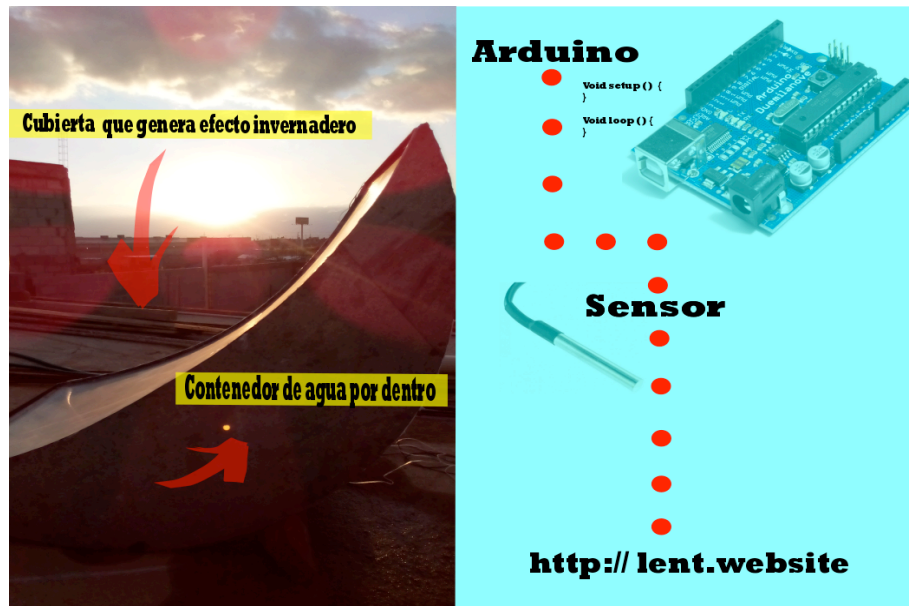
En el municipio de Puebla, en la colonia Nueva San Salvador que se encuentra al norte de la ciudad, fue donde se instaló Kepler 1.0 (nombre que se le asignó al prototipo de calentador). La figura que se muestra abajo se puede contemplar la localización del calentador.

Figura III.3: localización de Kepler en Puebla



Fuente: elaboración propia

Figura III.4: calentador solar Kepler 1.0



En la figura III.4 de arriba podemos contemplar el calentador solar que muestra una silueta de media luna, con la finalidad de poder acaparar la mayor cantidad de rayos solares, en su interior cuenta con un depósito de agua, mismo que en su interior tiene un sensor de temperatura que se conecta a un micro controlador que con un código de programación logra enviar datos a la web con el fin de registrar la temperatura del agua durante el día. El prototipo mantuvo una interconexión con el boiler para no dejar de suministrar agua caliente a la familia, porque como averiguamos en el capítulo de energías renovables existen temporadas altas y bajas de radiación solar. Otro dato a mencionar es que se tuvo que hacer uso de una regadera ahorradora para hacer más eficiente el calentador solar.

Figura III.5: interfaz Kepler 1.0



En la figura III.5 admiramos la interfaz que usamos para poder visualizar la temperatura del agua en el calentador durante algunos meses; la dirección lent.website nos permitía acceder a los datos desde cualquier dispositivo conectado a internet, eso brindó la oportunidad de un monitoreo constante.

III.3.2 LOS PRIMEROS PASOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE KEPLER

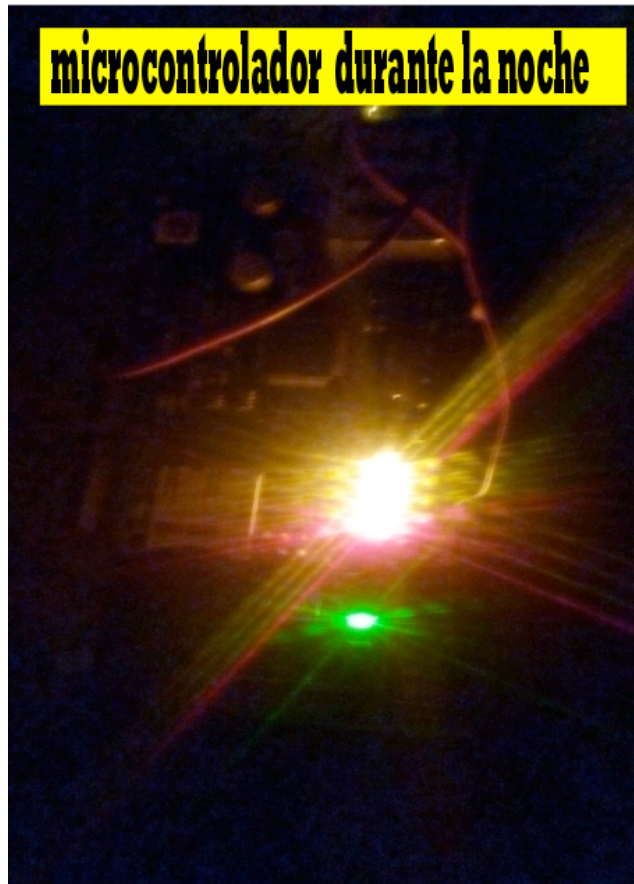
Una de nuestras primeras mediciones se basó en conocer la mejor orientación del calentador en referencia al sol, puesto que la posición de sol presenta variaciones que afecta la captación de la energía solar; al final pudimos encontrar una posición promedio que permite la mejor captación de energía en las diversas temporadas del año. Podemos ver en la figura de abajo la colocación más efectiva, donde la punta del calentador más cercana al suelo tiene que estar despegada unos 30 cm.

Figura III.6:



El labor de los microcontroladores fue indispensable para saber la temperatura del agua en el calentador solar, su funcionamiento fue permanente, durante el día y la noche. La figura III.7 se muestra su actividad en la noche.

Figura III.7:



Uno de los inconveniente más fuerte que presento el monitoreo, fue que la dirección IP³¹ que asignaba nuestro proveedor de internet a nuestra interfaz se cambiaba algunas veces, situación que interrumpia por momentos la captura de datos, pero la situación se resolvió cuando nos dimos cuenta que con sólo conectar y desconectar los dispositivos se areanudaban el flujo de información, en lugar de volver a cargar la IP a nuestros microcontroladores.

³¹ La IP es un conjunto de números que ayuda a indentificar un dispositivo en una red

III.4 VALORACIÓN DEL PROTOTIPO

Después de haber atendido nuestros retos técnicos en la posición y el mantener constante el monitoreo nos dispusimos a valorar lo pertinente que es la implementación de la energía termo-solar para ello elaboramos un pequeño modelo donde se plasma el rendimiento de Kepler 1.0. A continuación mediante las siguientes tablas exhibiremos los resultados.

Recuadro III. 1: Modelo de evaluación

KEPLER 1.0
Variables
Costo de fabricación
Rendimiento del calentador solar en días soleados
Rendimiento del calentador solar en días medio nublados
Rendimiento del calentador solar en días nublados
Ahorro en el consumo de gas L.p.
Cotejo entre Kepler y un calentador solar comercial
Actitud de las personas al implementar la energía termo-solar

En recuadro III.1 hemos plasmado las variables que consideramos oportunas a evaluar para dar una resolución con respecto a lo pertinente que puede ser el uso de la energía solar en la ciudad de Puebla. Como podemos ver son seis variables que constan desde el costo hasta la actitud de las personas que hicieron uso del prototipo de calentador solar.

III.4.1 COSTO DE FABRICACIÓN

Como muestra el recuadro III.2 el costo total por fabricar Kepler es de 2,460 pesos; los materiales centrales del prototipo son el contenedor de agua y las láminas que se adquirieron en un centro de acopio de material reciclable, eso permitió estar por debajo de nuestro presupuesto de 3,000 pesos, asimismo el adquirir por alliexpres.com los micro-controladores y sensor en el país de Asia Oriental ayudó a mantener al margen el coste estimado

Recuadro III.2

Costo de elaboración de Kepler 1.0			
Material	Precio	Piezas	Total
Lámina galvanizada/reciclada (hoja de papel) 1.25*1.05	60.00	3	180.00
Contenedor de metal reciclado	150.00	1	150.00
Ángulo de 3 metros. Calibre de 1/8	95.00	2	190.00
Medio litro de esmalte negro	25.00	1	25.00
Medio litro de esmalte blanco	25.00	1	25.00
Aislante de poliuretano/m2	15.00	7	105.00
Lámina de policarbonato	400.00	1	400.00
Ciento de tornillos cabeza de broca	40.00	1	40.00
Broca de 1/4 para metal	15.00	2	30.00
Disco para cortar metal/esmeriladora	15.00	3	45.00
Litro de resistol de contacto	100.00	2	200.00
Controlador arduino mega /importado de china	130.00	1	130.00
Ethernet arduino/ importado de china	120.00	1	120.00
Sensor de temperatura/importado de china	30.00	1	30.00
Cable ethernet/metro	10.00	10	100.00
Cartuchos de silicón blanco	45.00	2	90.00
Mano de obra del herrero	600.00	N/A	600.00
TOTAL			2460.00

III.4.2 RENDIMIENTO DEL CALENTADOR SOLAR

El recuadro de abajo muestra una escala con respecto al número de duchas que se obtiene del calentador solar, la calidad de excelente hace referencia a tres duchas, bueno dos duchas, regular una ducha y nulo ninguna ducha. Esto junto a calidad de radiación que se obtiene en ciertos meses y durante el día pudimos obtener los siguientes resultados.

Recuadro III.3: codificación en número de duchas

Relevancia	Número de duchas
Nulo	0
Regular	1
Bueno	2
Excelente	3

III.4.3 DÍAS SOLEADOS

La recuadro III.4 que se encuentra enseguida hace referencia al rendimiento de Kepler en los meses donde usualmente el día se encuentra despejado de nubes, permitiendo así una extraordinaria emisión de rayos solares hacia el calentador. Podemos admirar que después del medio día nos ofrece agua caliente para un par de duchas, mientras que después de 14 hasta 18 horas se puede disponer de tres duchas.

Recuadro III.4

Rendimiento del calentador en días soleados		
Meses en los cuales se aprovecha mejor la incidencia de radiación solar	Horario (24 hrs)	Aprovechamiento en Duchas
febrero, marzo, abril, mayo, octubre y noviembre	8-10	Nulo
	10-12	Nulo
	12-14	Bueno
	14-16	Excelente
	16-18	Excelente
	18-20	Bueno
	20-22	Bueno
	22-24	Regular

III.4.4 DÍAS MEDIO NUBLADOS

En el siguiente recuadro podemos notar que el rendimiento disminuye, eso se debe a que en los meses que se muestran se manifiesta una disminución de radiación solar debido a la temporadas de lluvias que impiden que los rayos del sol se muestren totalmente, pero aún así se puede obtener algunas duchas, ya que en nuestra entidad las nubes empiezan a cerrar el cielo alrededor de las 16 horas, permitiendo así que horas antes se pueda aprovechar por unas horas el sol. En tanto que en los meses de enero y diciembre por temporada de frío impide tener un rendimiento óptimo, pero si uno aceptable

Rendimiento del calentador en días medio nublados		
Meses en los cuales no se aprovecha íntegramente la incidencia de radiación solar	Horario (24 hrs)	Aprovechamiento
enero, junio, julio, agosto, septiembre y diciembre	8-10	Nulo
	10-12	Nulo
	12-14	Nulo
	14-16	Bueno
	16-18	Bueno
	18-20	Regular
	20-22	Nulo
	22-24	Nulo

III.4.5 DÍAS NUBLADOS

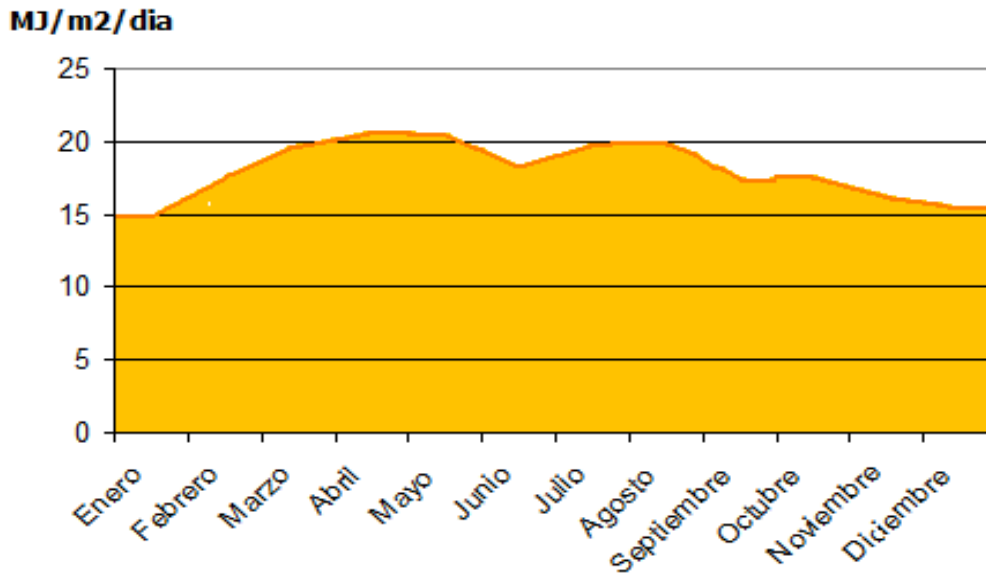
El recuadro III.6 muestra un rendimiento nulo, porque cuando se presentan los días completamente nublados no permite aprovechar los rayos del sol en ninguna hora, sin embargo el agua alcanza una temperatura templada que se suministra al boiler, generando así una demanda minuciosa de gas lp para calentar el agua. Por ello es importante mantener una interconexión entre ambos elementos para cuando el clima no es el mejor, proporcionando así un suministro interrumpido de agua caliente

Recuadro III.6

Rendimiento del calentador en días nublados		
Meses en los cuales usualmente se presenta temporada de tormentas	Horario (24 hrs)	Aprovechamiento
junio, julio, agosto y septiembre	8-10	Nulo
	10-12	Nulo
	12-14	Nulo
	14-16	Nulo
	16-18	Nulo
	18-20	Nulo
	20-22	Nulo
	22-24	Nulo

Para confirmar el dato sobre que hay ciertos meses en que la radiación solar es de excelente calidad y baja calidad como lo han marcado nuestros cuadros anteriores, en la gráfica podemos ver el accenso y desenso de la radiación 12 meses en la entidad poblana.

Gráfica III.1: variación de la radiación solar en Puebla



Fuente: sitiosolar.com

III.4.6 EL AHORRO DE GAS L.P.

El recuadro III.7 muestra una comparación entre tener y no tener Kepler en un hogar de cinco integrantes; el primer balance es para los meses en que la radiación solar es excelente, como podemos ver de febrero a mayo y de octubre a noviembre se pueden consumir seis tanques estacionarios de 20 kilos que representa un gasto de 1,680 pesos sin apoyo del calentador solar, en tanto que con la asistencia de Kepler se logra consumir tres tanques y medio con un desembolso monetario de 980 pesos, podríamos decir que con la implementación de la energía termo-solar se podría dejar de consumir en un 41.67 % de gas L.p., y generar un ahorro monetario de igual cantidad que figura en 700 pesos tal y como lo muestra el recuadro.

Recuadro III. 7: con calentador vs sin calentador con buena radiación solar

Meses con buena radiación solar	Hogar sin calentador solar		Hogar con calentador solar		Ahorro
	Unidad de gas L.p de 22 kilos	gasto monetario de gas L.p sin calentador solar	Unidad de gas L.p de 22 kilos	Gasto monetario de gas L.p con calentador solar	
febrero	1	280.00	0.58	163.33	Ahorro
marzo	1	280.00	0.58	163.33	
abril	1	280.00	0.58	163.33	
mayo	1	280.00	0.58	163.33	
octubre	1	280.00	0.58	163.33	
noviembre	1	280.00	0.58	163.33	
Total	6	1680.00	3.5	979.98	

Rendimiento III.8: con calentador vs sin calentador con baja radiación solar

Meses con baja radiación solar	Hogar sin calentador solar		Hogar con calentador solar		Ahorro
	Unidad de gas L.p de 22 kilos	gasto monetario de gas L.p sin calentador solar	Unidad de gas L.p de 22 kilos	Gasto monetario de gas L.p con calentador solar	
junio	1	280.00	0.75	210	Ahorro
julio	1	280.00	0.75	210	
agosto	1	280.00	0.75	210	
septiembre	1	280.00	0.75	210	
noviembre	1	280.00	0.75	210	
diciembre	1	280.00	0.75	210	
Total	6	1680.00	4.5	1260	

En recuadro de arriba que figuran los meses de baja radiación solar, nuestro primer apartado de color rojo muestra un consumo de gas L.p., y un gasto económico similar a nuestra tabla anterior cuando no se cuenta con Kepler, pero cuando se cuenta con él, se logra consumir cuatro y medio tanques de gas L.p., que representa un gasto de 1260 pesos, el ahorro tanto monetario como de gas L.p., es de 35 %.

En ese sentido, abstrayendo ambos análisis de las tablas que muestran el ahorro de gas L.p., se puede decir que en un año se podría tener un ahorro de 1 120 pesos por año con la implementación de Kepler en un hogar doméstico; además representaría una disminución considerable de gas que se vierte a la atmósfera.

III.4.7 COMPARACIÓN ENTRE CALENTADORES

En nuestro siguiente recuadro se externara el cotejo entre Kepler y las características promedio de un calentador solar comercial de tres duchas; como se puede observar hay variables en la cuales Kepler se muestra como una buena elección, en cuanto al precio, número de duchas en días soleados, interfaz de monitoreo y diseño, pero con lo referente al número de duchas que se pueden obtener por la mañanas y en días nublados, el calentador solar comercial tiene el escenario a su favor, situación que también se refleja en el ahorro monetario anual de 2,500 pesos; sin embargo, Kepler por ser una propuesta tiene oportunidad de mejorar, y es que su desarrollo ha llevado un año, mientras que el tiempo estimado para que un prototipo logre madurar es de dos años.

Recuadro III.9: kepler vs calentador solar comercia

Comparación entre calentadores solares		
Variables	Prototipo de Calentador solar Kepler	Calentador solar comercial
Costo	\$2,500	\$4,500
termo tanque	96 litros	96 litros
Rendimiento de duchas en días despejados	3	3
tiempo que dura la ducha	12-13 min	12-13 min
Rendimiento de ducha en días medio nublados	2	2.5
Rendimiento de ducha en días nublados	0	1
Ahorro económico en gas en un año	\$1,120	\$2,000
Duchas en la mañana	0	2
Diseño	media luna	termo tanque con 10 tubos de vidrio
interfaz de monitoreo	Sí	No

III.4.8 ACTITUD EN LA ADOPCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR

El siguiente análisis es cualitativo y hace referencia a la actitud de la familia que implementó la energía solar en su hogar, con la finalidad de hacer uso de una alternativa energética que les permitiera lograr una independencia de uno de los combustible fósiles que se consume en la mayoría de hogares en México, el gas L.p.

En primer instancia, la motivación para poder hacer uso de una nueva fuente de energía es la idea de disminuir un gasto económico y posteriormente la del cuidado del medio ambiente. Durante las primeras semanas de implementación del calentador solar Kepler, los integrantes de la familia se tuvieron que ir adaptando al horario en el que se podía hacer uso del agua caliente, por cierto tiempo se externo incomodidad, pues cambiar ciertos hábitos cuesta trabajo; en este sentido, podríamos decir que cuando se adopta una nueva fuente de energía no tiene que atacar drásticamente la comodidad, porque si es así será difícil adoptarla. El estímulo para poder seguir con el uso del calentador solar llegó después de un mes, pues el gasto que se efectuaba para adquirir un nuevo tanque de gas L.p., de 20 kilos se prolongo cuatro semanas más. Cuando el clima se tornaba no apto para Kepler, entraba en función el boiler, así se evitaba generar molestia en los usuarios, pues la demanda de agua caliente nunca se interrumpía. Por tanto podemos decir que un desprendimiento total de los combustibles fósiles es imposible, porque hay temporadas en que la energía solar disminuye su calidad energética.

En cuanto al cuidado del medio ambiente podríamos decir que esa es la estimulación inicial para generar alternativas a los combustibles fósiles, pero en la práctica tiene que atender principalmente a una mejor comodidad o por lo menos no trastocarla radicalmente, otro elemento importante es que tiene que tener un beneficio de ahorro de energía que se tiene que traducir en un ahorro económico; ya posteriormente al efectuarse estos elementos el resultado es un cuidado del medio ambiente.

III.5 FUTURA EVOLUCIÓN DE KEPLER

Atendiendo a los resultados adquiridos y teniendo congruencia con un de los elementos más importantes en el ámbito de las energías renovables, que es el mantener una constante evolución para una rápida adopción. Pudimos ir tomando nota de elementos que haría de Kepler una atractiva elección, una de ellas es que apesar de que la gente tiene un buen

manejo de la plataforma para consultar la temperatura del agua, les podría resultar más fácil atenderla en un pequeño display conectado directamente al calentador, que evitara así la necesidad de consultar sus dispositivos media, el recurso puede colocarse en algún cuarto o en el baño. La siguiente figura ilustra el display que puede brindar dicha información.

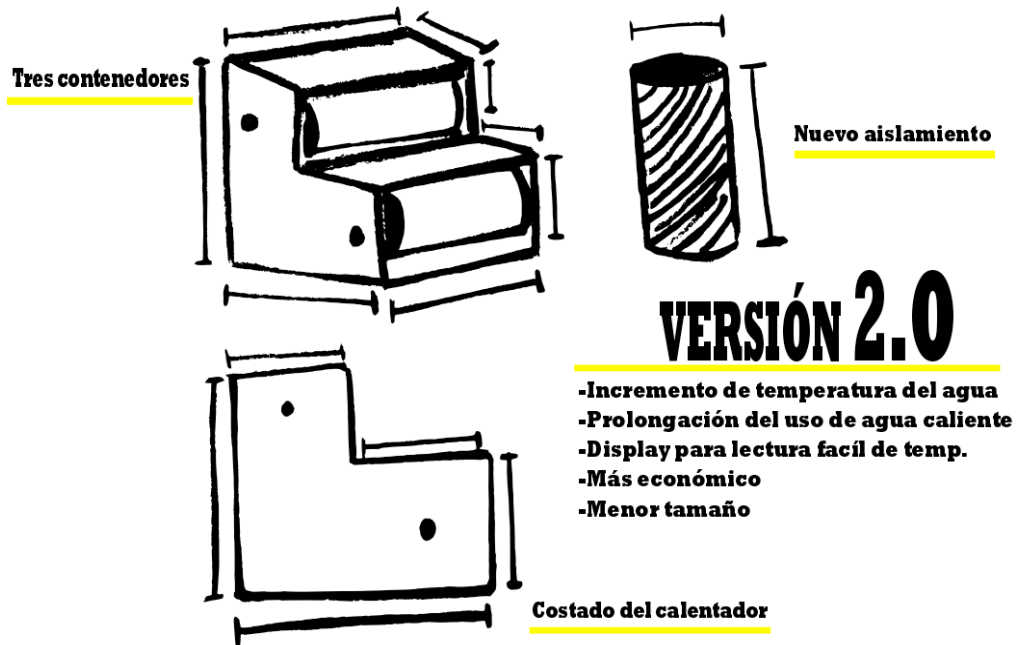
Figura III.8: display con datos en grados centigrados



Fuente: aliexpress.com

Otro elemento importante que se tiene que atender y que brindaría una mejor confort al usuario es el poder incrementar la temperatura del agua para obtener una ducha extr, al mismo tiempo prolongar el almacenamiento de esa enegía para un par de duchas en la mañana; esto traería aun más un ahorro en el consumo de gas lp. El siguiente bosquejo nos muestra el posible nuevo diseño del calentador solar en su versión 2.0.

Figura III.9: Kepler 2.0



Con los resultados obtenidos en este último capítulo, concluiremos que el uso de la energía termo solar en nuestro contexto puede incentivar el desarrollo local, porque cuenta con ciertos elementos que lo permiten, algunos de estos son: la excelente incidencia de radiación solar que posee el territorio, que resulta ser un recurso natural que le da cierta ventaja sobre otros territorios; un actor social que ejecuta la operación y que se muestra satisfecho por su implementación dado que les permite ahorrar en uno de los gastos más fuertes de un hogar doméstico, y, claro, porque contribuye al cuidado del medio ambiente al liberarse de un porcentaje considerable de consumo de combustible fósil como el gas L.p., otro actor es el de los conocimientos técnicos, y que resulta ser el proveedor del calentador solar, que puede generar un nuevo mercado en potencia donde se pueden generar nuevos productos y servicios catalogados como *verdes*, por la incursión a escena del actor que tiene injerencia en las policías públicas e instituciones que brinda las facilidades para su incursión, un ejemplo de ello es la ley de transición energética; y por último por ser un tema de agenda mundial que promueve el uso de alternativas energéticas permite esa conexión entre lo global y local.

Con estos elementos podríamos decir que se conseguiría generar un territorio atractivo por tener un nuevo sector productivo que brindaría nuevas oportunidades de empleos nuevos,

teniendo efecto en un cambio de valores enfocados al cuidado del medio ambiente por la implementación de energías limpias, trayendo como derivación bienestar en la calidad de vida por lograr cierta independencia a los combustibles fósiles.

En lo referente al desarrollo de Kepler, hizo evidente que la energía solar es un recurso mucho más fácil de apropiarse que otras energías limpias que implican más infraestructura, por tanto podría ser que es más difícil monopolizarla.

CONCLUSIONES

Durante el recorrido en cada uno de nuestros capítulos, pudimos ir atendiendo a diversos cuestionamientos que giraban en torno al uso de la energía solar como alternativa al desarrollo, sin duda, cada uno de ellos aportó conocimiento que nos permite llegar a unas conclusiones.

La primera de ellas es que pudimos confirmar que la energía es un elemento importante para el ser humano, pues le permitió alcanzar altos grados de complejidad social. Con el dominio del fuego pudo separarse de los animales y ocupar la cima de la pirámide como menciona Harari; con el descubrimiento de la agricultura le hizo frente a la escasez de energía, y con la domesticación de animales se apoderó y generó más energía. Estos tres elementos se convirtieron en la triada perfecta para suministrar energía a un naciente sistema social que fue madurado y adquiriendo complejidad gracias a que el hombre dejó la movilidad, pues su búsqueda de energía terminaba porque la podía crear; esto dio origen al incremento de relaciones sociales: políticas, económicas y culturales. Por un tiempo dichas fuentes de energía brindaron estabilidad a las sociedades de aquellos tiempos.

Con la escasez de energía, surgieron nuevas fuentes energéticas que propiciaron una vez más cambios radicales en la estructura social; el carbón mineral y la máquina de vapor dieron paso a la primera revolución industrial que marcó el surgimiento de tres figuras sociales: el burgués, la fábrica y el proletariado. Ya con el advenimiento de la segunda revolución industrial, aparecerían: la electricidad, el petróleo y el motor de combustión; esta nueva triada energética daba lugar a un consumo de energía exorbitante que fue de la mano de dos elementos fundamentales para la vida moderna: la industria y la ciudad. Una enfocada en suministrar energía y la otra en consumirla, la metrópoli fue el centro de un nuevo estilo de vida que ofreció nuevos servicios, productos, profesiones, relaciones sociales y actitudes. El reinado de esta triada hoy se ve amenazada por los daños colaterales que ha traído al planeta tierra y no por la escasez de energía como en los períodos anteriores. Lo que sí es de manifiesto es que sino se hallan fuentes de energía confiables que satisfagan las demandas energéticas de la sociedad esta puede colapsar, como nos señaló Morris con el ejemplo de la caída del imperio Romano.

El tema de calentamiento global ha sido la razón principal por la cual se ha cuestionado el uso de los combustibles fósiles, pero los hallazgos que obtuvimos en el capítulo dos, nos dicen que puede existir la posibilidad de que sean dos las causas que estén originando ese incremento de temperatura en la tierra, una es el aumento de actividad del sol y la otra un exceso de producción de CO_2 que se libera a la atmósfera por la combustión de combustibles fósiles. Si bien parece una idea difícil de aceptar por los diversos hallazgos científicos que vinculan al CO_2 con el calentamiento de tierra, también es importante atender a nuevas evidencias que por mínimas que parezcan, pues pueden ser un elemento importante para comprender el fenómeno climático. Aun así es importante el buscar nuevas fuentes de energía, porque no sólo el CO_2 poluciona el medio ambiente, también otros contaminantes que emanan de los combustibles fósiles, como es el gas L.p., que se consume en ámbito doméstico, un espacio en el cual nosotros podemos incidir.

Se ha hablado de que las energías son un recurso que puede sustituir el uso de los combustibles fósiles, pero ante las evidencias esa postura luce exagerada. Las energías están tomando cada vez más relevancia, pero todavía no tienen los elementos suficientes para relevar a la energía que surgió en el siglo XX con la segunda revolución industrial; ni si quiera la energía nuclear que resultaba más amigable para el medio ambiente lo logró. Dentro de las energías renovables las más populares son la solar y la eólica, ambas a pesar su crecimiento en eficiencia y potencia tiene una debilidad y es que el recurso que los alimenta algunas veces se interrumpe por un día nublado o una nula corriente de aire, además que su sistema de almacenamiento de energía todavía es algo precario, pero con vista a mejorar. Sin embargo, son un recurso a considerar para ayudar a independizarnos en un porcentaje considerable del consumo de combustibles fósiles. Otro dato importante es que no todos pueden hacer uso de dichas energías pues tiene que contar con los recursos necesarios como una buena radiación solar o unas buenas corrientes de aire, por suerte nuestro país cuenta con los recursos necesarios para ser una potencia en el uso de energías renovables, en especial la solar.

Con la implementación de Kepler en una hogar en la ciudad de Puebla pudimos darnos cuenta que es alternativa que puede promover el desarrollo local, porque cuenta con los elementos necesarios. Un territorio que brinda las condiciones climáticas para hacer uso de la radiación solar en un calentador solar; los actores sociales que cumplen con sus

respectivos papeles como: el que ejecuta el plan, el que tiene los conocimientos y el que tiene injerencia en las políticas públicas e instituciones. Y sobre todo porque desde lo local se actúa en un tema de importancia global como es la búsqueda de alternativas energéticas que nos pueden liberar de los combustibles fósiles. Con la difusión de esta idea se puede incentivar la creación de un nuevo mercado que provea de nuevos productos, empleos y servicios; inculcando así nuevos valores en el cuidado del medio ambiente; de igual forma permitiría que la gente que presenta pobreza energética pueda acceder a ella con más facilidad. Estos elementos en conjunto pueden hacer de Puebla un territorio atractivo que puede brindar bienestar a su población.

BIBLIOGRAFIA

Álvarez Maciel (2009). Biocombustibles: desarrollo histórico tecnológico, mercados actuales y comercio industrial. Revista económica informa, UNAM. número. 359, pág. 63-89. Consultado el 20 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/Oac6ER>

Arocena José (1995). El Desarrollo local frente a la globalización. Consultado 15 sept 2016 en URL: <https://goo.gl/Y1EOyP>

Alarcón Jesús (21 de mayo 2014). ¿Para qué sirven los Certificados de Energía Limpia que propone la reforma energética?. Animal político. Consultado el 15 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/ytmrNe>

Álvarez de la Borda Joel (2006). Crónica del petróleo en México. De 1863 a nuestros días. México: Petróleos Mexicanos. Consultado el 15 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/biUwgg>

Albacete por el Clima. ¿Qué es y qué no es el fenómeno del cambio climático? Consultado el 25 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/bNttvC>

Anne Vestige & Ulf Büntgen (2012). Orbital Forcing of tree ring data. Nature climate change. Consultado 29 de julio en URL: <https://goo.gl/LHddKv>

Barragán, Daniela (1 de abril 2015). Parques eólicos: la cara del despojo en el Istmo de Tehuantepec. Sin embargo. Consultado el 20 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/kWm8Pp>

Banco Mundial (2016). Población Total. Consultado el 12 de marzo 2016 en URL: <https://goo.gl/jK8zGq>

Cerrillo, Antonio (16 de junio 2015). Los nuevos aerogeneradores producen electricidad para 6,000 hogares. La Vanguardia. Consultado el 24 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/D5Kh6x>

Carr, Geoffrey (21 de noviembre 2012). Sunny uplands. The economic. Consultado el 25 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/fp1LII>

Criado Ángel (2016). Las aves que pierden y ganan con el cambio climático. El País. Consultado el 14 de agosto 2016 en URL: <https://goo.gl/WWs8SI>

CNN (2013). El cambio climático abre una nueva ruta marítima en el Ártico. Consultado el 14 de agosto 2016 en URL: <https://goo.gl/AFS3T2>

Cook Earl (1971). The Flow of Energy in an Industrial Society. EAU: Scientific American. Consultado el 25 de marzo 2016 en URL: <https://goo.gl/56lztH>

Chavez Julián (2004). Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial. España: revista Norba, número 17, pág. 93-109. consultado el 10 de abril de 2016 en URL: <https://goo.gl/OJ7fq2>

CONUEE (2014). Energía solar. Consultado el 23 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/g2hAHX>

Di Pietro Luis, (2001). Hacia un desarrollo integrador y equitativo: una introducción al desarrollo local. Consultado el 10 sept 2016 en URL: <https://goo.gl/R3NF3R>

Diamond Jared (2004). Armas, gérmenes y acero. Breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años. España:Debate.

Danish Wind Industry Association (2003). Variabilidad de la velocidad del viento. Consultado el 15 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/SotE23>

Diario oficial de la Federación (2015). Ley de Transición Energética. México. Consultado el 10 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/YHtljp>

El economista (2015). Ola de calor en India mata a más de 1,100 personas. Consultado el 5 julio en URL: <https://goo.gl/JWRxG7>

El País (2009). Dimite un científico acusado de manipular datos sobre el cambio climático. Consultado el 13 julio de 2016 en URL: <https://goo.gl/3LRgDx>

El País (2016). La subida del nivel del mar obliga a reasentar a toda una tribu de EE UU. Consultado el 28 de junio de 2016 en URL: <https://goo.gl/dczVIS>

El País. Charles D. Keeling, pionero en la investigación del calentamiento global. Consultado 29 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/7VbqXv>

El País (2015). ¿Quién es Lucy, la australopiteco?. Consultado el 2 de febrero 2016 en URL: <https://goo.gl/e65yXi>

Excelsior (2015). Wilma, lo que se llevó un huracán; a una década del paso destructor. Consultado el 10 de junio 2015 en URL: <https://goo.gl/bqEX5z>

Francescutti Pablo (2008). La guerra de las corrientes: Tesla frente a Edison. España: revista entrelineas, pág. 55-59. Consultado el 20 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/bxdXCI>

Fernández Ramón y González Luís (2014). En la espiral de la energía. Historia de la humanidad desde el papel de la energía, vol. 1. Libros en acción. Consultado el 25 febrero 2016 en URL: <https://goo.gl/6tvqss>

Forbes (2015). México prevé añadir 2 reactores nucleares a Laguna Verde. Consultado 2 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/tVMggt>

Foresight (2011). El futuro de los alimentos y la agricultura: Retos y opciones para la sostenibilidad a nivel mundial. UK:Oficina del Gobierno para la Ciencia. Consultado el 15 de marzo de 2016 en URL: <https://goo.gl/kjZ8el>

García Rigoberto (16 junio 2014). Comprendiendo la pobreza energética. Video consultado el 15 de junio de 2016 en URL: <https://goo.gl/Kt9xsV>

Gudynas Eduardo (2011). Desarrollo, extractivismo y buen vivir. En: Lang Miriam y Mukrani Dunia. Más allá del Desarrollo. Ecuador: Abya Yala, pág. 21-54. Consultado el 25 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/hZU09t>

González Nayeli (2016). Gas L.p. deja estela de contaminación. Excelsior. Consultado el 20 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/x1WEVf>

Google trends (2016). Energía renovable en el mundo (inglés). Elaborado el 5 de mayo. Disponible en URL: <https://goo.gl/ofdDAE>

Google trends (2016). Energía renovable en el México (inglés). Elaborado el 5 de mayo. Disponible en URL: <https://goo.gl/SC6gR2>

Google trends (2016). Energía renovable en el mundo (español). Elaborado el 5 de mayo. Disponible en URL: <https://goo.gl/CMWLpv>

Google trends (2016). Energía renovable en el México (español). Elaborado el 5 de mayo. Disponible en URL: <https://goo.gl/i5Zsuj>

Google trends (2016). Energía renovable en el Dinamarca (inglés). Elaborado el 5 de mayo. Disponible en URL: <https://goo.gl/TW4cnh>

Gobierno de la República (2013). Reporte ejecutivo, Reforma Energética, México. Consultado el 6 de mayo 2016 en URL: <http://goo.gl/hVDJ7u>.

Geophysical Research Letter, vol. 26, número 6, pág. 759-762. Consultado el 25 de julio en URL: <https://goo.gl/rIJtvD>.

Harari Yuval (2015). Industrial farming is one of the worst crimes in the history. The Guardian. Consultado el 28 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/fYa8JO>

Harari, Yuval H. (2014). Sapiens. De animales a dioses: Una breve historia de la humanidad. Debate. Consultado el 1 febrero 2016 en URL: <https://goo.gl/ZNEjUh>

Herrera, Claudia (20 de Julio 2014). Se venden molinos de viento. Deutsche Welle. Consultado el 2 de mayo en URL: <http://goo.gl/EJ4KdT>

Ian Morris (2013) The measure of civilization. How development decides the fate of nation. EUA: Princeton. Consultado el 29 de marzo 2016 en URL: <https://goo.gl/KjMQvC>

Independent (2012). Michael Mann: The climate scientist who the deniers have in their sights. Consultado el 16 de julio 2016 en URL: <https://goo.gl/l022pD>

Independent (2016). Climate change: February was hottest month on record as exceptional Nasa figures show global warming surge. Consultado el 1 julio 2016 en URL: <https://goo.gl/RerWAj>

INEGI (s.f.). Clima de Puebla. Consultado el 26 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/hxKRKJ>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático/SEMARNAT (2016). Sectores que consumen más CO₂. Consultado 12 de mayo en URL: <https://goo.gl/V5AdE1>

Institute for Energy Research (2015). U.S. energy consumption. Consultado el 12 de mayo de 2016 en URL: <https://goo.gl/jAqjK>

Kinmonth William (2010). Is carbon Dioxide dangerous?. Climate change the facts. Moran Alan. Australia: Institute of Public Affairs, pág. 31-41. Consultado el 10 de agosto 2016 en URL: <https://goo.gl/fgDrtE>

Lovelock James (1985). Gaia, una nueva visión la vida sobre la tierra. España: Hermann Blume. Consultado el 27 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/40Thih>

Lovelock James (2007). La venganza de la tierra. La teoría de Gaia y el futuro de la

humanidad. España : Grupo Planeta.

López Ramón (1993). La ciudad y urbanismo a finales del siglo XX. España: Servi. Consultado el 21 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/KxzDnw>.

Lu Xi, McElroy Michel y Kivilvoma Juha (2009). Global potential for wind generated electricity. Revista Proceedings of the National Academic of Sciences of United States of America. Vol. 106, no. 27. Consultado el 3 mayo en URL: <http://goo.gl/AoBaKH>

Libertad digital (2012). El clima en el norte de Europa se enfrió en los últimos 2.000 años. Consultado el 29 de julio en URL: <https://goo.gl/IgCA7C>

La tercera (2015). El trauma de Nueva Orleans a 10 años después del huracán "Katrina". Consultado el 20 de junio 2016 en URL: <https://goo.gl/tGOPuO>

La Vanguardia (2015) Katrina y Sandy, los huracanes más devastadores. Consultado el 9 junio 2015 en URL: <https://goo.gl/7Xjh1s>

Mansilla Elizabeth (2006). Katrina, Stan y Wilma: tres desastres en busca de un paradigma. Revista Nueva Sociedad número 201. Consulado el 15 de junio 2016 en URL: <https://goo.gl/syFNng>

Mackay, David (2012, marzo). Una visión realista de la renovables. Video consultado el 30 de abril en URL: <http://goo.gl/IWDDz3>

Macferron, Whitney (14 de octubre, 2014). Las baterías son el "santo grail" de la energía renovable, El financiero. Consultado el 3 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/7na7Z8>

Mann Michel y Bradley Raymond (1999). orthern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium Inferences Uncertainties and Limitations. University of Massachusetts,

Mackay, David (2009). Sustainable Energy, without the hot air. England: Cambridge. Disponible en: <http://www.withouthotair.com/>

Montford Andrew (2010). Las investigaciones del climategate. Uk: The Global Warming policy Foundation. Consultado el 8 de junio 2016 en URL: <https://goo.gl/WxBXqP>

Mora, María V. (2010) El hombre y después del fuego de Prometeo: entre antropología. Universidad de Alicante. Consultado el 15 de febrero 2016 en URL: <https://goo.gl/t1fBv5>

Morris Ian (2010). Social development. EUA: Stanford University. Consultado el 5 de Marzo 2016 en URL: <http://www.ianmorris.org/socdev.html>

Monaco Ania, 2011. Edison's Pearl Street Station Recognized With Milestone. The institute. Consultado el 16 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/ViRB8J>

Nelson, Arthur (18 de enero 2016). Denmark broke world record for wind power in 2015. The guardian. Consultado el 3 de mayo en URL: <http://goo.gl/8RL5gL>

Nasa (2012). Variabilidad solar y clima terrestre. Consultado el 5 de agosto 2016 en URL: <https://goo.gl/qFGNJI>

National Academic Press (2012). The Effects of Solar Variability on Earth's climate. Consultado el 8 agosto en URL: <https://goo.gl/FAOmal>

NASA (2016). GISS Surface Temperature Analysis. Consultado el 5 de febrero en URL: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>

NCYT (2014). El pingüino emperador en riesgo de extinción por el calentamiento global. Consultado el 25 junio 2012 en URL: <https://goo.gl/U1I9An>

Nebojs̃a Nakićenović, Arnulf Gru'bler y Alan Mcdonal (1998). Global energy, perspectives. Austria: International Institute for Applied Systems Analysis. Consultado 10 de 5 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/s2q29t>

Oswald Úrsula (2012). Vulnerabilidad social en eventos hidrometeorológicos extremos: una comparación entre los huracanes Stan y Wilma en México. Universidad Autónoma de Tamaulipas: Revista Sociotam, vol XXII, N.2, pág. 125-146. Consultado el 13 junio 2015 en URL: <https://goo.gl/X50Xdl>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016). Consultado el 15 de marzo 2016 en URL: <http://www.fao.org/home/es/>

Primer Ian (2010). Is carbon Dioxide dangerous?. Climate change the facts. Moran Alan. Australia: Institute of Public Affairs, pág. 31-41. Consultado el 10 de agosto 2016 en URL: <https://goo.gl/fHJMDw>

Rifkin Jeremy (2010). La civilización empática. La carrera hacia una conciencia global en un mundo en crisis. España: Paidós. Consultado el 29 de marzo de 2016 en URL: <https://goo.gl/dqlpkl>

Redondo Cristina M. (2008). De vueltas con los molinos en la cal ahorra medieval: políticas de bienes y derechos de molienda. España: Revista Kalakorikos, número:13, pág. 1476-167. Consultado el 3 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/gFUcRK>

Rocha Carlos (s.f.). Mala combustión del gas LP, segunda fuente de contaminación en Puebla. El Popular. Consultado el 25 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/kIKBhX>

Rudnick, Hugh (s.f.) Cap. 4 la generación eólicas. En la energía eólica (pág 83-98). Pontificia Universidad Católica de Chile. Consultado el 15 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/VcnqK5>

Ruiz Ariela (2001). El papel de la OPEP en el comportamiento del mercado petrolero internacional. Chile: CEPAL. Consultado el 30 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/4wkxDL>

Rivera Alicia (2013). La Niña aplaca el calentamiento. El país. Consultado el 7 junio 2016 en URL: <https://goo.gl/KGdHRh>

Rifkin Jeremy (2014). La sociedad de coste marginal cero: El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo. España: Grupo Planeta. Consultado el 6 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/DiIXzg>

Rhodes Richard (2007). Energy Transitions: A Curious History. EUA: stanford. Consultado en URL: <https://goo.gl/RDtRHg>

REN21 (2015). Reporte de la situación mundial de las energías renovables.

Consultado el 17 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/HQxS5g>

Sampredro Javier (2010). Salvemos la libertad científica.El País. Consultado 20 de julio 2016 en URL: <https://goo.gl/2L7NTb>

Sánchez Verenise (14 de octubre 2014). Sonora podría abastecer de energía a todo México con energía fotovoltaica. CONACYT. Consultado el 23 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/Lf0Vfz>

Sordo Jesús (2013). CO2 y el cambio climático. Consultado el 10 de mayo 2016 en URL: <http://www.homohominisacreres.net/sec/ecologia/co2/co2.htm>

Solargis (2016). Solar radiation maps. Consultado el 4 de mayo en URL: <http://goo.gl/cg4mzd>

Schettino, Macario (17 de noviembre 2015). Futuro Energético. El financiero. Consultado el 28 de abril 2016 en URL: <http://goo.gl/rnSESI>

Schettino Macario (2014). El fin de al confusión: docientos años de errores interesados que han impedido el desarrollo en México. México: Grupo Planeta. Consultado en 27 de febrero 2016 en URL: <https://goo.gl/XBHZMU>

Smil Vaclav (s.f). World History and Energy. Canada: University of Manitoba. Consultado el 10 de marzo de 2016 en URL: <https://goo.gl/ziWJ6y>

Solargis (2016). Solar resource mapas for México. Consultado el 24 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/da79P1>

Solargis (2016). Purchase imaps. Consultado en 30 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/875On7>

Sitiosolar (s.f). Dos ejemplos de calentadores solares termosifónicos instalados en Puebla. Consultado el 30 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/ISgVkl>

Sitiosolar.com, (Sf). Dos ejemplos de calentadores solares termosifonicos. Consultado el 3 de octubre en URL: <http://www.sitiosolar.com/dos-ejemplos-de-calentadores-solares-termosifonicos-instalados-en-puebla-mexico/>

Secretaria de Energía (2014). Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. 2014-2028. Consultado el 15 de mayo 2016 en URL: <https://goo.gl/6kMqO3>

Scripps institute of oceanography (2016). The Keeling Curve. Consultado el 5 junio 2016 en URL: <http://scrippsco2.ucsd.edu/>

SCI NEWS (2015). Totten Glacier: Scientists Identify New Threat to East Antarctic Ice. Consultado el 27 de junio en URL: <https://goo.gl/N4pwdj>

Tejada Alberto, García Ivonne, Méndez Irving R, Miranda Ubaldo y López José V. (2015). Cap III Radiación Solar en México. Tejada Alberto y Gómez Gabriel, En *Prontuario Solar en México*, pág. 51-63. México: Universidad de Veracruz y Universidad de Colima. Consultado el 29 de mayo de 2016 en URL: <http://goo.gl/sd50G9>

Tesla (2016). Powerwall. Consultado el 3 de mayo de 2016 en URL: <https://goo.gl/7rwjpr>

Vázquez Barquero Anttonio (2009).Desarrollo local, una estrategia para tiempos de crisis.Colombia: Revista Apuntes de CENES, vol. 28, número 47, pág. 117-132. Consultado el 25 agosto 2016 en URL: <https://goo.gl/IVTA9v>

Westra M.T. y Kuyuenhoven S. (2007). Energía: impulsando el mundo. Países bajos: FOM Rijnhuizen. Consultado el 6 de abril 2016 en URL: <https://goo.gl/VqrCCF>