


LINEAMIENTOS GENERALES DE LA LÍNEA ENERGÍA PARA EL FUTURO

Identificación de los campos temáticos
de investigación tecnológica, desarrollo
e innovación tecnológica en energías para el país





LINEAMIENTOS GENERALES DE LA LÍNEA ENERGÍA PARA EL FUTURO

**Identificación de los campos temáticos de
investigación tecnológica, desarrollo e
innovación tecnológica en energías para el país**



Directora General del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias
Paula Marcela Arias Pulgarín

Subdirector General del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias
Héctor Jaime Rendón Osorio

Asesor pedagógico programa Ondas:

Marcos Raúl Mejía Jimenez

Coordinadores regionales de gestión departamental:

Adriana Carolina Zorro Zambrano

Jorge Enrique Ramírez Martínez

Maria Fernanda Delgado Portela

Yazmín Andrea Alzate Salazar

Nury Perez Cruz

Coordinador estrategia de Innovación y Emprendimiento

Andrés Fernando Pérez Suárez

Profesional de apoyo e internacionalización:

Paula Elena Castro Bernal

Asistente:

Samara Liliana Herrera Castillo

Autor:

Fabio Sierra Vargas

Profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia

Corrector de estilo:

Ricardo Andrés Franco

Diseño Gráfico y diagramación:

ACL Soluciones

Diana Marcela Caicedo

Jose Mario Alzate

Impresión

TC Impresores Ltda

Bogotá, Junio de 2014

ISBN: 978-958-8290-65-2

PRESENTACIÓN

El programa Ondas es la estrategia principal de Colciencias para fomentar la construcción de una cultura ciudadana y democrática de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CT+I) en la población infantil y juvenil colombiana, a través de la cual, genera una movilización social y forma capacidades regionales para estimular la investigación en las instituciones educativas del país. La propuesta del programa Ondas es la Investigación como Estrategia Pedagógica - IEP que, según la política de formación de recurso humano y de apropiación social del conocimiento científico y tecnológico de Colciencias, constituye el primer eslabón en dicha cadena, pues reconoce en estos grupos de edad su capacidad para explorar, observar, preguntar sobre sus entornos, sus necesidades y sus problemáticas; y mediante el diseño de proyectos, ellos organizan, dialogan, confrontan y negocian sus interrogantes para generar procesos de indagación, aportando elementos que les permita transformar sus contextos.

5

Por otra parte, Ecopetrol S.A. ha contribuido al desarrollo científico y tecnológico del país por medio de la identificación de problemas, la investigación, formulación o adaptación de nuevas tecnologías, y su aplicación en la operación y el aseguramiento del conocimiento estratégico para la empresa, en particular, el que corresponde al sector petrolero y fuentes alternas de energía. Ecopetrol reconoce también la importancia de hacer competitiva e innovadora, no sólo la industria del petróleo sino también la de otros sectores estratégicos, a la vez que promueve la formación del capital humano que contribuya a generar las capacidades de investigación científica y tecnológica que requiere país.

En este sentido, y para potenciar la misión de ambas culturas institucionales, en el año 2011 se constituyó la alianza Colciencias - Ecopetrol mediante el Convenio Especial de Cooperación No. 298 de 2011, el cual tiene por objeto “aunar esfuerzos para fortalecer capacidades en la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en el área de energías, desde los espacios de formación para la primera infancia hasta la formación doctoral, articulando diferentes iniciativas en procura del desarrollo nacional”. En el marco de este convenio, al programa Ondas se le encomendó la misión de planear, diseñar e implementar la línea de investigación en “Energía para el Futuro” que, inicialmente, se desarrollará en los siguientes 13 departamentos del

país: Arauca, Bolívar, Boyacá, Casanare, Cauca, Cesar, Huila, La Guajira, Meta, Nariño, Putumayo, Risaralda y Santander.

“Energía para el Futuro” se constituye, pues, en una nueva línea temática de investigación para el programa Ondas; por ello, los lineamientos que la conceptualizan y la fundamentan están enmarcados dentro de la concepción de la IEP. Se trata, entonces, de generar una movilización social y formar actores regionales para fomentar la investigación en los temas de energía alternas, a través de la formulación de preguntas que conlleven a la realización de investigaciones diseñadas y desarrolladas por los niños, niñas y jóvenes, de manera que estos asuman la ciencia, la tecnología y la innovación como parte de su vida diaria para producir conocimiento que aporte soluciones a problemas locales y nacionales.



1. INTRODUCCIÓN

La energía es un elemento esencial en la calidad de vida del ser humano; es uno de los principales motores del desarrollo económico y de la transformación social, pues se encuentra presente en todas las actividades tanto de producción, como de consumo.

El consumo energético se distribuye entre los sectores de actividad económica y los hogares, así:

1. Sector primario: Agricultura y ganadería; pesca, silvicultura y minería.
2. Sector secundario: Industria.
3. Sector terciario: Transportes, servicios, comercio, etc.
4. Hogares.

Una mejor calidad de vida, incluye confort, mejores servicios de salud, mejor alimentación. El ritmo de vida actual, con recorridos cada vez más largos y mayor uso del transporte para cumplir con las actividades diarias, el incremento en uso de medios de comunicación, mayor consumo de productos, son, entre otras, las principales razones de que en la actualidad se consuma más energía per cápita. Estas condiciones de bienestar y vida cotidiana se relacionan con el índice de desarrollo humano (HID por sus siglas en inglés) el cual también está directamente relacionado con el consumo de energía. En el anexo 1 se amplía la información referente al DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN EL MUNDO.

2. JUSTIFICACIÓN

La articulación en los diferentes niveles de la educación es indispensable para que los jóvenes desarrollen habilidades que les permitan hacer parte de una sociedad productiva. Uno de los temas relevantes hoy en día es fortalecer sus conocimientos en el tema de la transformación de la energía base a través de las tecnologías modernas para obtener bienes y servicios que permitan mejorar sus condiciones de vida y con ello el desarrollo del país.

De acuerdo al trabajo conjunto entre el Ministerio de Educación y la Universidad Nacional de Colombia 2013 sobre los LINEAMIENTOS DE POLÍTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO (SFCH), se señalan tres aspectos fundamentales:

- Fortalecer la pertinencia del SFCH, definiendo los arreglos institucionales que permitan mejorar los procesos de interacción de este Sistema con el sector productivo, creando mecanismos que permitan conocer con efectividad cuáles son las necesidades presentes y futuras de formación del país.
- Diseñar e implementar herramientas que permitan el reconocimiento y certificación de las competencias, habilidades y conocimientos del capital humano con el fin de dar al sector productivo las señales que necesita para definir sus necesidades ocupacionales, se potencien la articulación al interior de todo el sector de formación, a favor de una política de valoración de conocimientos, aprendizajes y experiencias que fomenten la acumulación de capital humano en la población colombiana.
- Fortalecer los Sistemas de Calidad del sector de formación (Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior -SACES-, Sistema de Calidad de la Educación Básica y Media, y Sistema de Calidad de la Formación para el Trabajo -SCAFT-) y promover la articulación de los mismos con el fin de consolidar un Sistema de Calidad de la Formación de Capital Humano.

8

En este mismo sentido, Colciencias, entidad encargada de la promoción de la investigación científica en Colombia, fomenta el programa para promover la investigación y el fortalecimiento de temas de energía y medio ambiente en colegios mediante el programa Ondas de Colciencias. El programa Ondas “Energía para el futuro” busca desarrollar mecanismos en los cuales los estudiantes desde sus primeros años de educación se familiaricen con las leyes de la física y las tecnologías empleadas en la transformación de la energía para satisfacer necesidades que les son propias en su entorno.

Respecto a la promoción y fomento de la cultura ciudadana de Ciencia, tecnología e Innovación en la población infantil y juvenil colombiana, a través de la investigación como estrategia pedagógica, el Programa Ondas reconoce 4 dimensiones:

- Investigación como estrategia pedagógica.
- Desarrollo de procesos de investigación formativa.
- Fomento de la investigación en educación y pedagogía.
- Generación procesos de investigación básica.

Ondas busca la promoción de la capacidad de asombro, el entrenamiento para la observación y el registro, las capacidades comunicativas, argumentativas, el uso de la razón y el desarrollo de las funciones complejas de pensamiento; por esto, el programa promueve que los niños generen investigaciones donde propongan la solución de problemas de su entorno, naturales, sociales, económicos y culturales, y desarrollen capacidades y habilidades (cognoscitivas, sociales, valorativas, comunicativas, propositivas), que les permitan adquirir saberes para moverse en la realidad colombiana con responsabilidad social y ecológica (Colciencias, 2012).

Por otra parte, Colciencias cuenta con el PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y MINERÍA (PIEM), el cual, desde su inicio en 1991, ha promovido y apoyado los programas, planes y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en los sectores energético y minero nacionales, para aumentar la productividad en la generación de recursos energéticos y mineros, y maximizar su valor. El PIEM presenta en 2013 una propuesta de Plan Estratégico del Programa para el periodo 2012 – 2019. Esta propuesta se enmarca en la Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación y en los documentos CONPES relacionados. Para su elaboración se consultaron las tendencias internacionales más relevantes en energía y minería, las políticas y programas nacionales prioritarios, como Visión 2019, el Plan Energético Nacional y el Plan Minero Nacional vigentes. Igualmente se revisó el avance y resultados los Programas de Investigación en Energía y Minería anteriormente impulsados por Colciencias.

Los planteamientos en el programa son:

A. SECTOR HIDROCARBUROS

- Metodologías para la optimización procesos de recuperación secundaria y terciaria de petróleo.
- Metodologías para la inyección de CO₂ para la recuperación de hidrocarburos con la posible ganancia adicional del secuestro de gas invernadero.
- Desarrollar tecnologías para explorar y operar en el offshore
- Metodologías para el mejoramiento y reconversión de crudos pesados que faciliten su transporte y mejoren la calidad.
- Metodologías para la cuantificación y evaluación de posible explotación de hidrocarburos gaseosos asociados con yacimientos de carbón mineral.
- Investigación para el desarrollo de tecnologías para la exploración y explotación de hidrocarburos no convencionales.

B. CARBOQUÍMICA

- Producción de carbón activo con características especiales de área superficial, porosidad y dureza o blandura.
- Utilización de materiales carbonosos en almacenamiento de energía: energía eléctrica o almacenamiento de hidrógeno, metano, entre otras.
- Desarrollo de adsorbentes para control de contaminantes: NO_x , SO_x , VOCs, Hg, As, etc.
- Gasificación de carbón y de mezclas con coque de petróleo, biomasa, entre otros para la producción de gas de síntesis. Estudios de reactividad de los carbones y de las diferentes mezclas en procesos no catalíticos y catalíticos. Desarrollo de materiales de alta resistencia para reacciones a alta temperatura y alta presión. Desarrollo de software para simulación de estos procesos.
- Procesos de limpieza del gas de síntesis: adaptación de tecnologías tradicionales de alta eficiencia y desarrollo de nuevas tecnologías que involucren el uso de membranas. Desarrollo de software para simulación de estos procesos.
- Desarrollo de materiales compuestos con base en materiales carbonosos (cerámicos y polímeros).
- Desarrollo de nuevos materiales carbonosos: nanotubos de carbono, nanofibras, espumas, etc.
- Licuefacción y co-licuefacción directa con diferentes solventes donadores de hidrógeno.
- Desarrollo de procesos avanzados para producción de hidrógeno. Desarrollo de catalizadores para la conversión de monóxido de carbono en dióxido de carbono en procesos de enriquecimiento de hidrógeno. Desarrollo de membranas para separación de hidrógeno.
- Desarrollo de materiales para almacenamiento de hidrógeno y desarrollo de tecnologías avanzadas de celdas de combustión.
- Desarrollo de procesos utilizando materiales carbonosos e inorgánicos para captura y disposición de CO_2 . Desarrollo de sistemas para monitoreo y evaluación de CO_2 almacenado en depósitos.
- Desarrollo de procesos para control de emisión de material particulado.
- Producción de coque a partir de mezclas de carbones.

C. BIOQUÍMICA

- Producción de etanol celulósico vía bioquímica.
- Producción de diésel renovable por hidrotratamiento.
- Producción de biobutanol vía bioquímica.
- Producción de diésel renovable y biojet vía bioquímica.

- Producción de biocombustibles vía Síntesis Fischer –Tropsch.
- Producción de etanol y biodiesel a partir de algas.
- Producción de biocrudos por pirólisis y upgrading para producción de biocombustibles avanzados.
- Integración de procesos de producción de biocombustibles y bioquímicos en bio-refinerías.
- Identificación/selección de fuentes de biomasa: residuos de cosechas, cultivos energéticos y residuos municipales, cuantificación y análisis geo-espacial de los volúmenes disponibles, el potencial energético y los costos asociados. Caracterizar químicamente para aplicar rutas de transformación bioquímica o termoquímica.
- Logística para el mejor manejo de la materia prima, en las etapas de recolección, almacenamiento y distribución hacia los centros de transformación.
- Identificación/selección de fuentes de biomasa no tradicionales, centradas en las opciones de residuos municipales y pecuarios. Definir mecanismos de recolección y adecuación de estas fuentes de biomasa no tradicionales a los procesos de transformación ya establecidos.
- Identificación/selección de fuentes de algas, microalgas y cianobacterias como posibles fuentes de biocombustibles.
- Procesos de transformación: Pretratamiento de biomasa (estudios de pretratamientos físico-mecánicos, químicos y biológicos).
- Hidrólisis enzimática para la obtención de azúcares a partir de celulosa y hemicelulosa. Adaptación tecnológica y obtención de enzimas a partir de organismos nativos.
- Gasificación: Realizar estudios a nivel laboratorio y planta piloto de gasificación de biomasa para la obtención de gases combustibles. A partir de los gases evaluar la producción de combustibles líquidos por vía bioquímica o Fisher-Tropsch.
- Pirólisis y licuefacción de biomasa: Realizar estudios a nivel laboratorio y planta piloto para la obtención de biocrudos y bioaceites, posible materia prima de productos más refinados. Mediante los procesos termoquímicos se espera obtener entre otros los siguientes productos: Etanol, Butanol, Diésel BTL, Gasolina BTL, bioaceites y biocrudos.
- Transesterificación: Aplicar este método tradicional de obtención de biodiesel a nuevas fuentes de aceites vegetales no comestibles, con posibilidades de ser más económicas y disponibles que las actuales.
- Hidrotratamiento: Evaluar la obtención de diésel renovable a partir de nuevas fuentes de aceites.
- Hidrogenación en coprocesamiento con combustibles fósiles para aumentar la eficiencia en los procesos de refinación de petróleo.
- Evaluar los procesos de licuefacción, pirólisis y gasificación aplicados a biomasa

provenientes de algas, considerando los costos energéticos.

- Analizar los métodos de extracción líquido-líquido y de fluidos supercríticos de aceites de algas.
- Estandarizar procesos de transesterificación para la obtención de biodiesel, considerando aspectos relacionados con los catalizadores, la neutralización de los productos de reacción, la separación de la glicerina y la recuperación del metanol que no reaccionó.

D. LA ENERGÍA TÉRMICA

- Desarrollo, evaluación y demostración y/o transferencia tecnológica en procesos para la producción de nuevos combustibles y/o de origen renovable.
- Desarrollo, evaluación y demostración de equipos de combustión y calentamiento que operen con nuevos tipos de combustión, para la utilización de combustibles gaseosos convencionales, particularmente gas natural, y de origen renovable.
- Desarrollo, evaluación y demostración de tecnologías limpias para el uso del carbón en el sector industrial para la generación de vapor, en particular la utilización de sistemas de combustión de lecho fluidizado y carbón pulverizado.
- Evaluación y adaptación al piso térmico colombiano de nuevas tecnologías de motores de combustión interna para aplicar en el sector transporte, generación distribuida y energización rural.
- Desarrollo, evaluación y demostración y/o transferencia tecnológica de sistemas de producción de vapor con recuperación de calor por condensación, como también aplicación de sistemas de calentamiento directo.
- Desarrollo, evaluación y demostración de sistemas de combustión y de calentamiento, con una eficiencia energética mayor a 40 % y bajo costo, para el uso de biogas en procesos de cocción en zonas rurales, que garantice la sustitución de la leña.
- Reducción del impacto ambiental y el consumo de energía por climatización en edificios: desarrollo de normativa para evaluar el consumo de energía por edificio, reducir el consumo energético por edificaciones, desarrollo de nuevas tecnologías para climatización (bioclimática, energía solar, energía eólica, etc.)
- Efecto del cambio de bombillas incandescentes a bombillas de mayor eficiencia, sobre los factores característicos de la calidad de la energía eléctrica.
- Desarrollo de metodologías para garantizar la introducción de motores eléctricos de alta eficiencia en PYMES, de acuerdo a la escala económica y requerimientos técnicos específicos de sus respectivos procesos.

E. ENERGÍAS RENOVABLES:

- Implementación de sistemas con energía solar fotovoltaica en sectores rurales.
- Secadores solares.
- Energía eólica para generación de energía eléctrica y bombeo de agua.
- Sistemas geotérmicos.
- Implementación de Pequeñas centrales hidroeléctricas. Cuantificación del recurso.
- Implementación de microredes eléctricas en zonas no interconectadas.
- De otra parte la UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA UPME, como parte del ministerio de minas y energía es la entidad encargada en el país para la promoción del buen uso de la energía a través de programas de uso racional y eficiente de la energía y buen uso de las fuentes energéticas. La UPME tiene como misión realizar la planeación del desarrollo sostenible de los sectores de Minas y Energía de Colombia, para la formulación de las políticas de Estado y la toma de decisiones en beneficio del País, mediante el procesamiento y el análisis de información.
- Los objetivos y temáticas del Plan de Energético Nacional se presentan en la siguiente tabla.



Tabla 1: Objetivos y Temáticas del Plan Energético Nacional 2006-2015

OBJETIVO CENTRAL	OBJETIVOS PRICIPALES Y TEMÁTICAS TRANSVERSALES	FUENTE DE ENERGÍA	TEMÁTICAS
Maximizar la contribución del Sector Energético al desarrollo sostenible del País	OBJETIVO 1: Asegurar la disponibilidad y el pleno abastecimiento de los recursos energéticos para atender la demanda nacional y garantizar la sostenibilidad del sector energético en el largo plazo	Petróleo, Gas Natural; GLP; Carbón, Energía Eléctrica	Explotación y Producción, Transporte, Refinación, Generación, Transmisión, Distribución, Comercialización, Abastecimiento
	OBJETIVO 2: Consolidar la Integración Energética Regional		
	OBJETIVO 3: Consolidar esquemas de competencia en los mercados		
	OBJETIVO 4: Formación de precios de mercado de los energéticos que aseguren competitividad		
	OBJETIVO 5: Maximizar cobertura con desarrollo local		
	Tema Transversal 1: Fuentes no Convencionales - FNCE y Uso Racional de la Energía - URE	Petróleo, Gas Natural; GLP; Carbón, Energía Eléctrica y Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE)	PROURE, Políticas de calidad de los combustibles derivados del petróleo, Biocombustibles, Actualización del parque vehicular, Control de emisiones, MDL, Carbón limpio, Nuevos usos del GLP; Usos del gas y el carbón para combustible líquidos, celdas de combustible, Capitalización de ECOPEPETROL, Armonización de los marcos regulatorios, Participación del estado en las empresas del sector energético, Información de oportunidades de negocios, Capacitación al público y al usuario, Agenda educativa
	Tema Transversal 2: Medio ambiente y salud pública		
	Tema Transversal 3: Ciencia y tecnología		
	Tema Transversal 4: Marco institucional y normativo		
	Tema Transversal 5: Información, promoción y capacitación		

Fuente: (MME-UPME, 2007)



La UPME plantea las estrategias del Programa de Uso racional y eficiente de la energía y fuentes no convencionales - PROURE las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2: Estrategias PROURE dirigidas a los diferentes Públicos Objetivo

PÚBLICO OBJETIVO	ESTRATEGIA
Usuarios	Campañas masivas de sensibilización, talleres regionales para fomentar la toma de decisiones de consumo responsable y los buenos hábitos de uso de aparatos eléctricos en el hogar.
Sector productivo (industria, pymes)	Gestión integral de energía en Centros Productivos, beneficios asociados a la productividad, competitividad y desempeño ambiental de los sectores. Formación de líderes, ejecución de pilotos y asesoría en la implementación del modelo de gestión.
Colegios (preescolar, básica primaria, secundaria)	Creación y apropiación de herramientas para la comunidad académica que permitan introducir, mediante la formación por proyectos, la temática de la energía, su uso eficiente y su relación con el ambiente. Formación de docentes y acompañamiento en PRAES.
Formación para el trabajo	Convenio nacional con el SENA para incorporar oferta de programas técnicos y tecnológicos que mejoren las competencias de los trabajadores para el diseño, instalación, operación y mantenimiento de nuevas tecnologías eficientes y limpias. Seminarios y talleres en diferentes regiones del país dirigidos a técnicos y profesionales del sector eléctrico.
Educación Superior	En asocio con universidades, centros de innovación y COLCIENCIAS, generar nuevos programas de formación de postgrado y fortalezas en la formación profesional de pregrado. Ciclos de conferencias y seminarios especializados.

Fuente: (UPME)

En diciembre de 2012 la firma KEMA-CENERGÍA desarrolló para Colciencias El Plan de Ciencia Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Energía Sustentable en Colombia, donde se presenta una caracterización de Colombia en lo referente a las principales líneas de investigación, recursos humanos y capacidades y las oportunidades que tiene el país en materia de FNCE y Eficiencia energética. El estudio presenta una propuesta de priorización de proyectos que podrían desarrollarse en corto plazo, en relación a las FNCE, como son los siguientes (Kema-Cenergia, 2012):

- Planta de generación térmica basada en el uso de los residuos urbanos.
- Gasificación de Biomasa
- Biocombustibles sólidos densificados



- Energía eólica de pequeña escala
- Geotermia de baja entalpía
- Mini-hidráulica de cabeza cero o muy baja cabeza (hidro-cinética)
- Sistemas híbridos para electrificación rural
- Vigilancia tecnológica en almacenamiento de energía

Respecto a la eficiencia energética, el estudio también identificó algunos tópicos prioritarios para adelantar proyectos tales como:

- Calderas de alta eficiencia
- Sistemas de recuperación de calor de los gases de combustión
- Sistema de secado- industriales
- Lámparas LED
- Motores de alta eficiencia
- Sistemas de gestión de energía.

De acuerdo al estudio de Kema -Cenergia el país debe tomar como referente los siguientes temas de investigación en relación a la energía.

Tabla 3: Temáticas para el desarrollo de investigación a corto y mediano plazo por sectores

SECTOR	TEMÁTICA
Industrial	Redes inteligentes, Sistemas de gestión energética; Sustitución de fuentes de energía; Optimización de la energía eléctrica para fuerza; Optimización de sistemas de iluminación; Cogeneración, optimización de cadenas de frío; Optimización de la combustión; Optimización de sistemas de vapor (calderas).
Residencial	Diseño de viviendas con conceptos de sostenibilidad; Sustitución de fuentes energéticas; Calentamiento de agua; equipos de aire acondicionado; Equipos de refrigeración; Hornillas eficientes; Sistemas de Iluminación.



Comercial	Redes inteligentes, Sistemas de gestión energética; Sustitución de fuentes de energía; Equipos de aire acondicionado; Sistemas de refrigeración (neveras); Reingeniería en la edificaciones; Sistemas de iluminación eficiente.
------------------	---

Fuente: (Kema-Cenergia, 2012).

En el anexo 2 se presenta en detalle la justificación relacionada con la identificación de los actuales campos temáticos de investigación tecnológica, desarrollo e innovación en energía para el país.

3. ESTADO DEL ARTE DE LAS CAPACIDADES NACIONALES DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN ENERGÍA

Estructura del sistema educativo colombiano

Según la Constitución Política colombiana en el Artículo 67, se reconoce que la educación es un servicio público y una responsabilidad con la sociedad, además reconoce la importancia de la formación integral, por tanto el sistema educativo debe ofrecer una formación que aporte al análisis de los problemas económicos, políticos del país.

El sistema educativo colombiano lo conforman: la educación inicial, la educación preescolar, la educación básica (primaria, cinco grados; y secundaria, cuatro grados), la educación media (dos grados y culmina con el título de bachiller), y la educación superior.

La educación para el trabajo y el desarrollo humano es ofrecida principalmente por instituciones oficiales (como el SENA) y privadas con enfoques esencialmente técnicos.

En cuanto a infraestructura, el país cuenta con más de 7.000 instituciones educativas para educación básica y media y alrededor de 500.000 maestros. La siguiente tabla presenta un resumen de la cantidad de estudiantes matriculados en Colombia en los últimos años.



Tabla 4: Número de estudiantes matriculados en los diferentes niveles y tasa de cobertura

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Educación Básica y Media	10.720.493	11.022.651	11.043.845	11.161.440	11.219.174	-	-	-
Matrícula en Pregrado	1.137.772	1.219.954	1.306.520	1.424.631	1.493.525	1.587.928	1.762.480	1.841.282
Población 17 - 21 años	4.001.081	4.064.849	4.124.212	4.180.964	4.236.086	4.285.741	4.319.415	4.342.603
Tasa de Cobertura	28,4%	30,0%	31,7%	34,1%	35,3%	37,1%	40,8%	42,4%

Fuente: Los autores adaptado de (Ministerio de Educación Nacional. Oficina Asesora de Planeación y Finanzas, 2010) y (Ministerio de Educación Nacional, 2013).

La educación superior cuenta con instituciones de diverso carácter como instituciones técnicas profesionales, Instituciones tecnológicas, Instituciones universitarias/Esuelas tecnológicas y Universidades. Éstas pueden ser tanto oficiales como privadas. La siguiente tabla muestra que en la actualidad el país cuenta con 288 instituciones de educación superior reconocidas por el MEN.

Tabla 5: Número de instituciones de educación superior según su carácter académico

Carácter	Oficial	No Oficial	Régimen Especial	Total
Universidad	31	49	1	81
Institución universitaria/Escuela tecnológica	15	93	12	120
Institución tecnológica	6	38	6	50
Institución técnica profesional	9	28	0	37
Total general	61	208	19	288

Fuente (Ministerio de Educación Nacional, 2013).

En la siguiente tabla se presentan datos estadísticos relacionados con los estudiantes matriculados en educación superior o terciaria.

Tabla 6: Matricula total según nivel de formación

Nivel de Formación	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Técnica Profesional	120.320	136.509	171.362	205.586	223.062	185.322	93.014	82.406	78.942
Tecnológica	143.055	158.781	175.690	189.233	239.584	297.183	449.344	520.739	543.804
Universitaria	799.808	842.482	872.902	911.701	961.985	1.011.021	1.045.570	1.159.335	1.218.536
Especialización	39.893	45.970	47.506	40.866	44.706	54.904	60.358	80.563	81.339
Maestría	9.975	11.980	13.099	14.369	16.317	20.386	23.808	30.360	32.745
Doctorado	675	968	1.122	1.430	1.532	1.631	2.326	2.920	3.063
Total	1.113.726	1.196.690	1.281.681	1.363.185	1.487.186	1.570.447	1.674.420	1.876.323	1.958.429

Fuente: MEN – SNIES

En el anexo 3 se presenta en detalle el estado del arte de las capacidades nacionales de investigación, desarrollo e innovación en energía y el estado de la formación a más alto nivel en Colombia, como se ven con los profesionales, que están adelantando sus estudios doctorales en el tema. En el anexo 4 se presenta un análisis prospectivo de las líneas estratégicas de investigación para el país de acuerdo con la dinámica mundial y su impacto para la formación avanzada por lo cual se presentan las estrategias utilizadas para desarrollar el tema de la educación y en especial de la energía en Alemania, Francia, Suecia, España, Reino Unido, Italia, Polonia, India, China, Malacia, Kenia, Nigeria, México, Brasil, Chile, entre otros.

4. PROPUESTA DE ARTICULACIÓN EN EL TEMA EN PEDAGOGÍA DE LA ENERGÍA

La línea de “Energía para el Futuro” se debe convertir en un eje articulado al PEI y Plan de estudios de cada institución. Esta será un área integradora transversal la cual debe estar fuertemente ligada a las temáticas de educación ambiental. En la figura siguiente se presenta un esquema de la articulación propuesta donde están involucrados los diferentes actores que deben participar en el programa.



Gráfico 12. Interacción de los actores involucrados en el la línea de “Energía para el Futuro”



Fuente: el autor

Se propone que los lineamientos propuestos sean contextualizados en relación con las zonas donde se ubican las distintas instituciones educativas (rural o urbana) y que también tengan en cuenta los climas de acuerdo a los pisos térmicos con que cuenta el territorio colombiano, y todo ello a su vez se relacione con la presencia, en mayor o menor escala, de los recursos energéticos presentes en cada región.

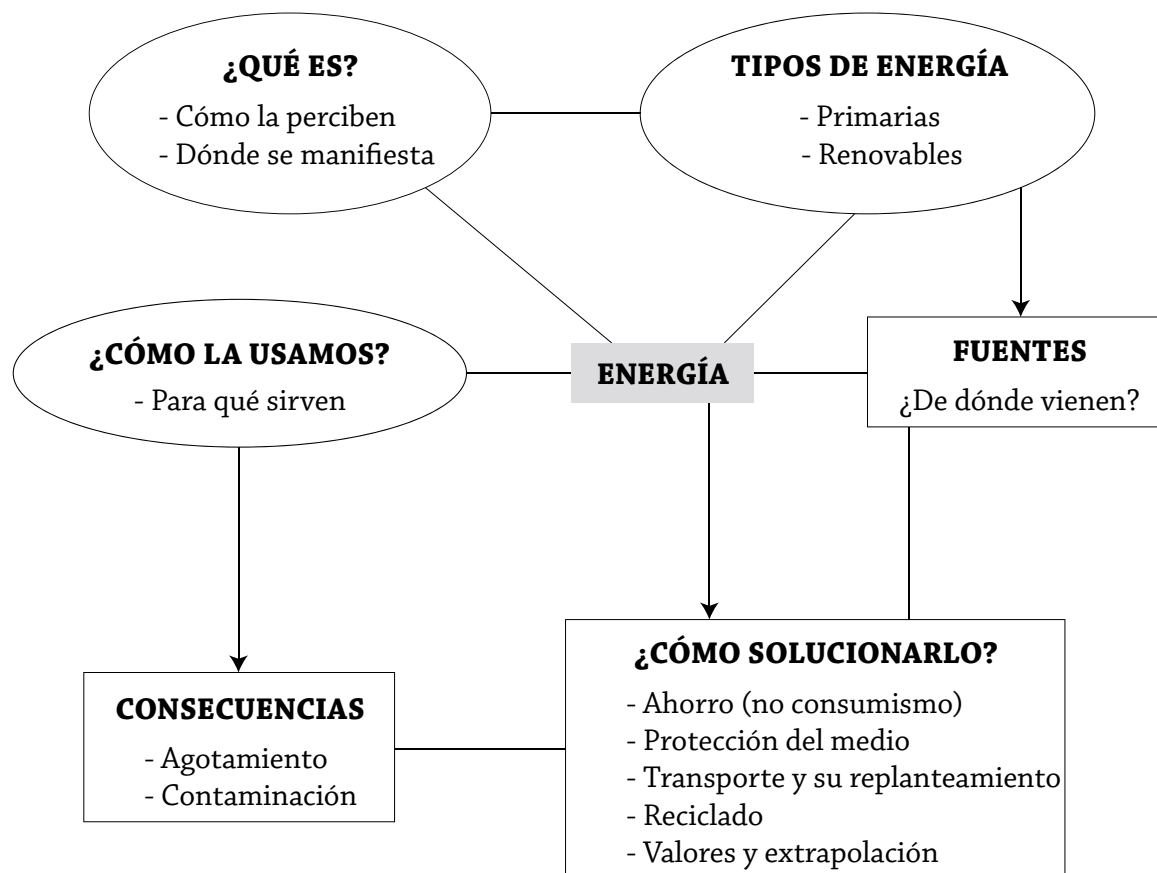
Se propone que de manera inicial se conserve la motivación con que cuentan los niños, de manera natural, mediante el desarrollo de laboratorios demostrativos; para ello es deseable que a nivel de educación básica primaria se cuente con un espacio, asignado y adaptado, para la realización de dichos laboratorios demostrativos para las áreas de ciencias, matemáticas. Los materiales requeridos en estas primera etapas, no son necesariamente costosos, pues pueden estar relacionados con los conceptos de energía para los seres vivos en donde se pueden utilizar principalmente alimentos con los se haga la explicación, el ambiente que rodea al establecimiento educativo con el fin de identificar elementos de uso cotidiano.

Se propone que se estructure una relación entre los conocimientos y las actividades



a realizar que lleven a la solución de problemas o al estudio y análisis de situaciones específicas. El siguiente grafico desarrollado por los profesores García et al (2008), ilustra con un ejemplo la forma en que se pueden desarrollar actividades en torno a la temática de energía en un proceso en el que se analiza una problemática, con la aplicación de concepto, mediante la trama de contenidos.

Gráfico 13. Trama de contenidos



Fuente: (García, Rodríguez, Solís, & Ballenilla, 2007)

De acuerdo con los programas de estudio y los lineamientos curriculares vigentes en Colombia las áreas básicas que se deben reforzar para el desarrollo de la temática en energías son: física, química, ecología a nivel de educación básica y media. En el nivel universitario se requieren buena fundamentación en mecánica de fluidos, aerodinámica, sistemas de combustión, materiales, automatización y control, electrónica de potencia, arquitectura y diseño bioclimático, sistemas de potencia, comunicaciones, eficiencia energética y procesos Industriales, Cinética química, obras civiles, Termodinámica. Para el caso de Fuentes No Convencionales de Energía,



se han considerado también las disciplinas de agronomía, geología, bioquímica y biotecnología.

5. ESTRATEGIAS ACADÉMICAS

Basados en diversos autores y en el taller “Estrategias para el trabajo conjunto entre las Instituciones Educativas y Empresas con fines de articulación para la solución de problemas reales”, el cual convocó a representantes de instituciones universitarias y de educación superior de Alemania, Francia, Bogotá, Boyacá, Arauca; instituciones gubernamentales como la UPME, el ICP, Colciencias, con el programa Ondas, SENA y ECOPETROL, el cual fue organizado por la Red Internacional para la Promoción de la Investigación y Docencia en Energización Rural para el Desarrollo Agroindustrial Sostenible PRIDERAS se plantean estrategias para los diversos niveles de educación. Cabe resaltar que la cadena de investigación incluye un eje organizador liderado por Colciencias mediante el programa Ondas. Este fomenta o coordina las actividades entre los grupos de investigación de las entidades de educación superior o educación terciaria inscritos en GrupLac de Colciencias con los colegios inscritos en el programa Ondas. Los grupos de investigación cuentan con personal calificado para dirigir investigaciones, normalmente profesores con gran experiencia en el estudio y aplicación de las bases de la física y la química aplicadas a las transformaciones energéticas. Por parte de los colegios se vincularán profesores interesados en el tema quienes coordinarán con los profesores de las Instituciones de educación superior, miembros de los grupos de investigación las actividades y protocolos a aplicar en los diferentes cursos. Hay que resaltar que los profesores de los colegios harán parte de los grupos de investigación. De acuerdo a los interés y zonas donde se encuentren ubicados los colegios y con el apoyo del programa Ondas se seleccionaran los temas de trabajo. Los temas seleccionados deben tener continuidad en el tiempo para que se consolide una temática que vaya fortaleciendo poco a poco las metodologías aplicadas y se realice una evaluación y retroalimentación cada final de periodo académico. Los miembros del grupo de investigación plantearán semilleros para convocar los jóvenes que ingresan a las entidades de educación terciaria y que están interesados en los temas propuestos. Los estudiantes de semilleros deben ingresar en los primeros semestres, y teniendo en cuenta su edad son los llamados a estar en colegios con los jóvenes que integran los Clubes. Los clubes, conformados en los colegios, deben tener nombres agradables y adecuados para la edad de los miembros de los mismos. Los temas seleccionados para realizar las investigaciones y trabajos en los diferentes niveles mencionados se tomarán de las propuestas realizadas por COLCIENCIAS, UPME y de las sugerencias del estudio realizado por la firma KEMA ya numerados en el ítem 2 de este documento.

Las estrategias planteadas son las siguientes:

- PRIMARIA: El primer paso es fomentar el espíritu de observación de los niños. Se recomienda la observación de propiedades generales de la materia, cambios de estado, de fenómenos como la propagación rectilínea de la luz, eléctricos o magnéticos sencillos. Realizar visitas y salidas de campo que involucren la lúdica como campamentos, juegos y uso de juguetes didácticos, talleres y manipulación directa de recursos. En éste nivel el juego y la lúdica son los medios que permiten el acercamiento de los niños a los ecosistemas, a los recursos naturales propios de cada región y del país y a las fuentes naturales de energía. Se pueden utilizar juguetes donde se observen transformaciones de energía, como veleros, juguetes que emitan sonidos y prendan luces con el movimiento.
- SECUNDARIA: En esta fase el estudiante debe tener un papel más activo en el proceso. En este sentido, se deben realizar actividades donde los estudiantes verifiquen medidas de la temperatura, presión, flujo, entre otras, a la vez que, realicen prácticas sobre disoluciones, cristalizaciones y separaciones de mezclas, análisis de elementos o compuestos químicos sencillos e identifiquen la energía contenida en combustibles, identificación y cálculo de energía utilizable en fuentes naturales como el sol o el viento. Se espera que en dichas actividades sea posible hacer visitas a puntos donde se pueda aprovechar la energía geotérmica o de caídas de agua. (caídas de agua.) Se propone el método experimental validado por las leyes de la física y la química. Se deben realizar visitas a empresas o ferias empresariales para conocer procesos productivos, y realizar proyectos de construcción de modelos básicos. En este nivel, el laboratorio adquiere mayor importancia en tiempo, implica el uso de elementos de medición; para ello se utilizan los laboratorios de física-química con que cuentan las instituciones educativas (pueden usarse los de las universidades); además, se ha identificado que prácticamente todas las regiones del país cuentan con institutos técnicos industriales o centros de formación del SENA. Es aconsejable establecer relaciones con dichas instituciones, de tal forma que se permita la visita a dichos laboratorios y el uso de instrumentos de metrología y meteorología con que ellas cuentan, esto con el fin de familiarizar al estudiante de educación básica secundaria con ejercicios y elementos de medición que reforzarían los conceptos adquiridos en las asignaturas de ciencias y matemáticas. La experiencia desarrollada en los proyectos de articulación entre la educación media y la superior ha evidenciado que el desplazamiento de los estudiantes a dichos espacios les genera una gran motivación por el aprendizaje que están adquiriendo y se logra mejor comprensión y aplicación de los conceptos básicos (Mejía Barragán & Montero Rodríguez, 2011). El proyecto ONDAS también ha evidenciado los beneficios que trae la aplicación de metodologías basadas en la práctica.

- **MEDIA VOCACIONAL:** En esta fase los estudiantes deben realizar actividades constructivas de prototipos aplicando las leyes de la termodinámica especialmente la primera ley y realizar balances de masa. En esta fase los estudiantes deben construir aparatos o equipos sencillos que puedan resolver problemas de su entorno. Esto con el fin de generar en ellos ideas que les permitan pensar que lo realizado puede ser útil en su vida futura como forma de empleo o de ingresos. Se trata de contextualizar y anidar las actividades-investigaciones desarrolladas y no plantearlas de forma aislada. Al relacionar la teoría y la práctica, no como hechos aislados, se debe observar que lo aprendido en diversas asignaturas son eslabones de una cadena de investigaciones, llegando hasta encontrar sentido a importantes principios de la física o la química explicada desde los fundamentos de la matemática. Asimismo, se propone la determinación experimental de magnitudes utilizando distintos aparatos de medida (metros, termómetros, manómetros, probetas, buretas, etc.), la verificación de características fisicoquímicas de sólidos y líquidos, la determinación de densidades, experiencias que permitan verificar y comprender los principios de Pascal y Arquímedes, prácticas sencillas con imanes artificiales, de acción de los ácidos sobre los metales, de destilación, de experiencias para distinguir mezclas de combinaciones, cambios de fase en función de presión y temperatura, etc. Realizar prácticas en empresas según la especialidad. Recolección e interpretación de datos a partir de fenómenos observados. Se propone conformar **CLUBES o "TRIBUS" DE ENERGÍA**, En estos clubes se pueden discutir problemas y desarrollar proyectos relacionados con las problemática energética de la región. De manera informal, se pueden socializar, comentar y discutir dichas problemáticas; las fuentes de la situación problemática pueden ser: noticias en periódico y TV, páginas web, hacer salidas o visitas a hidroeléctricas, centrales térmicas, subestaciones eléctricas, plantas de producción de aceite o alcohol carburante, supermercado o centro comercial, botadero etc., empresas donde laboran los familiares o conocidos para identificar usos y transformaciones de fuentes de energía y necesidades de uso de la energía para obtener productos de consumo o bienes de producción.

Las actividades a realizar, una vez se tenga localizada la situación a estudiar son:

Analizar los procesos que allí se realizan, Identificar cual es la fuente principal de energía que se utiliza. Adelantar cálculos que familiaricen al integrante del club con conceptos de balance de masa, consumo energético y eficiencia energética. En los clubes se debe realizar un trabajo que integre todas las áreas y asignaturas, por lo cual es aconsejable que la situación problemática sea estudiada desde la perspectiva de las ciencias básicas, pero también desde las ciencias sociales y humanas. Una vez realizado el proceso anterior los resultados y las conclusiones

de los análisis realizados se deben socializar con toda la comunidad educativa de la institución. Se pueden utilizar al menos tres tipos diferentes de estrategias a saber: Un documento escrito con las características de artículo científico; Un documento gráfico, estilo póster; Una representación artística o cultural, con la cual se socialice la información a la comunidad. Realización de congresos, seminarios, o competencias locales, regionales y nacionales. Se propone que los clubes o “Tribus” estén bajo la coordinación de un estudiante de pregrado de una Universidad o estudiante de institución técnica o tecnológica, quien cumpla la función de motivador. Se recomienda que el motivador pertenezca a su vez a un semillero de investigación de las IES o universidades presentes en la ciudad o región.

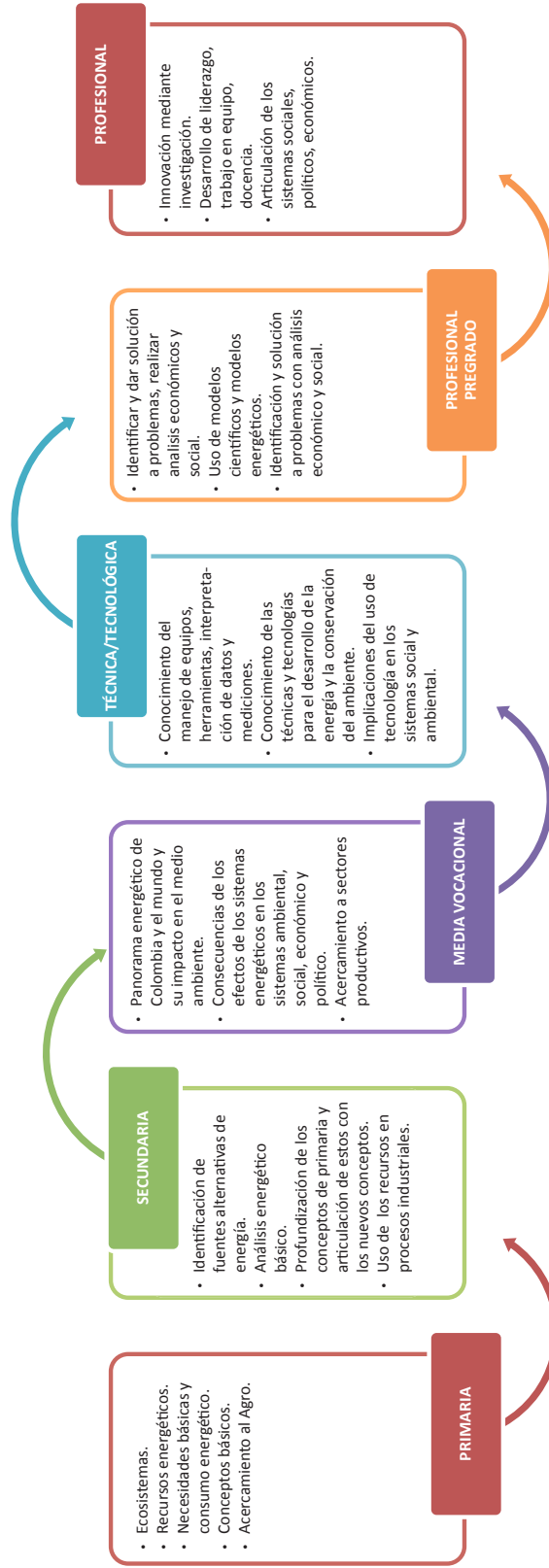
- **TÉCNICA/TECNOLÓGICA:** En esta fase los estudiantes deberán aplicar de una mejor manera los principios de la física, la termodinámica y la química. Se deberán construir prototipos de aparatos útiles y comercializables. Como una primera formación se deberían visitar fábricas en las que se desarrollara algún proceso físico o químico, el cual deben ser comprendido a profundidad. Se debe hacer formulación y desarrollo de proyectos de investigación aplicada. Desarrollo de talleres y seminarios. Este nivel cuenta con estudiantes que han tomado la decisión por una formación que les permita desempeñarse, específicamente, en el campo de la energía. Como estrategia para la formación de investigadores; las IES promueven cada vez más la participación en los semilleros de investigación; éstos, a su vez, cuentan con el respaldo de los grupos de investigación. Este nivel educativo enfatiza en el carácter práctico de los conocimientos, por esta razón se propone el desarrollo de prototipos, simuladores y tecnologías de baja complejidad pero de uso cotidiano o industrial, por lo cual es conveniente que los semilleros establezcan vínculos con los clubes de energía, de tal forma que los semilleros sirvan de inspiración para los colegiales, pero a su vez, puedan recibir retroalimentación por parte de los niños y jóvenes, que poseen una gran curiosidad y capacidad de observación.
- **PROFESIONAL PREGRADO:** Participación en semilleros de investigación. Desarrollo de proyectos, talleres, seminarios y pasantías. Estos niveles son los llamados a conformar bancos de proyectos, los cuales se desarrollan por la actividad de los grupos de investigación. Los proyectos que se realicen deben ser articulados con las diferentes asignaturas que el estudiante tome a lo largo de la carrera.
- **PROFESIONAL POSTGRADO:** Participación en grupos de investigación que incluyan relación con la industria y aplicación de los temas sugeridos en el ítem 2 del presente documento. Formación de alianzas, consolidación de Redes nacionales

e internacionales, gestión de recursos. Participación en eventos internacionales. Éstos a su vez definen sus líneas de investigación, que están en concordancia con las definidas por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Los estudiantes de posgrado son los llamados a dirigir los semilleros, conformados a su vez por estudiantes de pregrado. Paralelamente deben participar en los grupos de investigación conformados en las respectivas entidades de educación superior o terciaria.

En el gráfico siguiente se presenta la secuencia de los temas sobre energía y la participación de los diversos actores de la cadena de innovación e investigación.



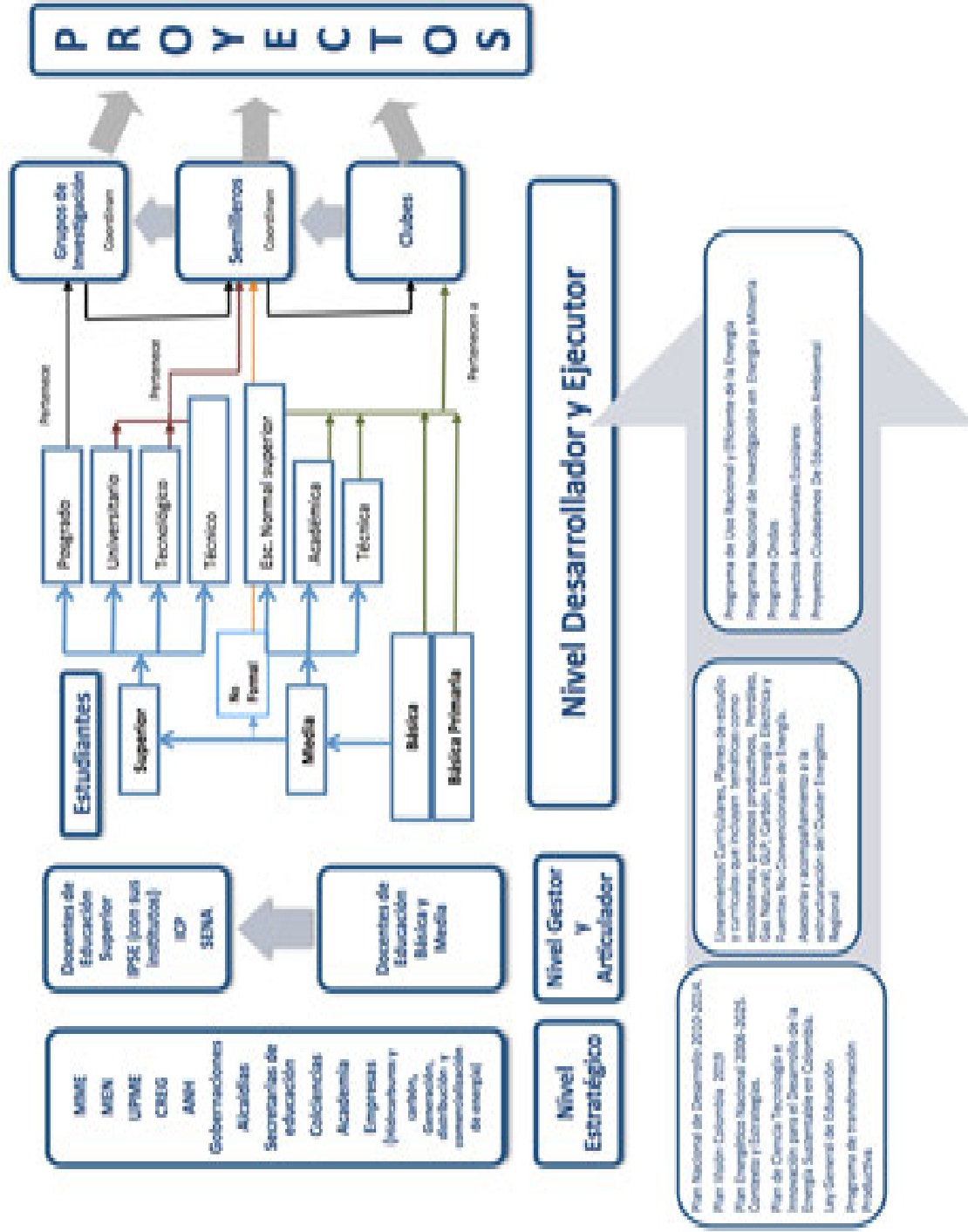
Secuencia de los temas sobre energía a incluir en los procesos educativos en cada nivel



En el siguiente grafico se presenta de manera resumida la interacción de los actores que intervienen en cada uno de los niveles educativos. Esta interacción es la que facilita el desarrollo de los planes, programas y proyectos de los diferentes actores institucionales.



Modelo de articulación para el desarrollo de la línea “Energía para el Futuro”



En el anexo 5 se amplía el tema de la Propuesta de una estrategia de articulación para implementar la línea “Energía para el Futuro” en la cadena de formación.

Como estrategia complementaria al trabajo que se desarrolla in situ se ha considerado la construcción de *Laboratorios Móviles*. Estos son laboratorios demostrativos de alta tecnología, dotados de elementos de medición y experimentación, que se caracterizan por ser itinerantes y que visitarán las diferentes instituciones una vez al año, por un periodo de una semana. Se estima que un laboratorio podría atender a 40 instituciones en un año, con un costo operativo aproximado de 1500 millones de pesos.

Los temas para desarrollar en los laboratorios móviles estarían relacionados con la construcción y evaluación de la eficiencia de cocinas y hornos solares; colectores solares; secadores solares y de leña, producción artesanal de biodiesel; demostraciones generales de arquitectura bioclimática, sistemas eólicos, biodigestión, celdas de combustible, intercambiadores de calor, celdas fotovoltaicas, aprovechamiento del recurso hídrico entre otros.

30

En la figura siguiente se muestran ejemplos de laboratorios móviles existentes en países como estados Unidos y países europeos.

El Laboratorio Móvil debe tener elementos de experimentación, instrumentación y



Fuente: (<http://www.sanvalero.es/cfco/aula-movil>)



Fuente: (<http://www.villenacuentame.com/2013/02/2013-la-ciudad-ciencia-tecnologia-en.html>
<http://www.proyectomovilab.es/medios.html>)

equipos demostrativos de los procesos de transformación de la energía y uso final de la misma. Se pueden tener equipos tales como torre de destilación, caracterización de materiales, gasificador o reactor, bombas, ventiladores, concentrador solar, generador eólico, estación meteorológica, lámparas de diferentes tipos, medidores de flujo, medidores de viscosidad, computadores con programas de simulación y cálculo de eficiencia energética, entre otros. Junto con los vehículos, se contará con expertos en la pedagogía de la enseñanza de los temas energéticos.

Las actividades adicionales que se pueden desarrollar para la aplicación de los conceptos de la línea “Energía para el Futuro” son entre otras: Exposiciones y Ferias; Foros y Mesas de Trabajo, Promoción de Experiencias Comunitarias.

Se requiere la producción de material didáctico (Cartillas, Libros, Videos), manuales de laboratorio para la práctica en clase y para los laboratorios móviles, que sirva de apoyo.

Para la implementación y aprovechamiento de las distintas estrategias propuestas, se requiere contar con personal docente capacitado en las temáticas relacionadas con energía y para el desarrollo adecuado de los laboratorios demostrativos. Por otra parte, además de docentes capacitados, es vital contar con directivos docentes, comprometidos con el desarrollo e implementación de la línea, pues de ellos depende

la gestión de los recursos, tanto físicos como administrativos, requeridos.

Como estrategia para la motivación de los directivos es pertinente realizar un diagnóstico y conocer la problemática local, así como problemáticas propias de la institución educativa, como por ejemplo; estudio del consumo de energía de la escuela y estrategias y planes para su ahorro.

En Colombia, por ejemplo, menos de un tercio de los docentes en departamentos vulnerables (con población pobre, expuestos al conflicto armado y con mayor presencia de población indígena y/o afrodescendiente) ha alcanzado un nivel de educación superior. Esto contrasta con los departamentos de mayor bienestar económico, donde más de tres cuartas partes de los docentes han tenido acceso a la formación terciaria (OCDE/CEPAL, 2011). Es por eso que se deben realizar capacitaciones en pedagogía para la enseñanza de la energía, y que no sólo se realicen mediante cursos o diplomados, sino también mediante especializaciones y maestrías.

La tabla siguiente presenta las competencias que se requieren desarrollar en los docentes para implementar la línea.

Tabla 7. Competencias que deben tener los docentes

Áreas del Currículo	Metas del Currículo	Destrezas para Profesores
Políticas	Sensibilizar a los profesores hacia las políticas y planes en temas de desarrollo científico, tecnológico y en energía	Conocer y comprender los planes de gobierno en educación, en desarrollo de las capacidades de ciencia y tecnología, en especial en energía. Entender cómo se entrelazan con los objetivos y los contenidos de la asignaturas que imparten
Alfabetización en Energía	Mejorar el conocimiento respecto a las fuentes primarias de energía. Producción, transformación, distribución, comercialización, eficiencia energética y otros	Los profesores deben saber y comprender cómo la energía y el consumo energético ha evolucionado en el tiempo. Tienen que desarrollar las destrezas para explicar los conceptos y llegar a diferentes audiencias. Deben conocer y ser capaces de utilizar los distintos recursos de información existentes en el tema de energía para desarrollar un pensamiento crítico y destrezas de resolución de problemas y extender estos hacia sus estudiantes
Organización y administración	Mejorar la capacidad de los profesores para organizar el espacio del aula para alcanzar una participación eficiente durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, y que los medios y los recursos existentes sean una parte integral de este logro.	Los profesores deben ser capaces de crear condiciones de enseñanza y aprendizaje que maximicen la aplicación de los conceptos y conocimientos teóricos de las ciencias (básicas, naturales, sociales, económicas y otras) y organizar el aprendizaje de tal manera que las clases se conviertan en un espacio donde el tema de la energía sea un medio para establecer relaciones entre dichos conceptos.



Pedagogía	Lograr cambios efectivos en las prácticas pedagógicas de los profesores que se requieran para la enseñanza sobre energía	Los profesores que están alfabetizados en temas de energía. Deben tener la habilidad de enseñar la temática desde una perspectiva interdisciplinar. Deben adquirir conocimiento sobre el potencial energético nacional y regional, así como las necesidades específicas. Los profesores también deben comprender los conceptos centrales, y manejar herramientas de investigación para crear experiencias de aprendizaje que sean relevantes para los estudiantes y que puedan prepararlos para su papel como ciudadanos.
------------------	--	---

Fuente: los autores.

6. LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DE LA LÍNEA EN “ENERGÍA PARA EL FUTURO”

El fortalecimiento de la línea de “Energía para el Futuro” cuenta con grandes ventajas para el sector académico y para los jóvenes en general, tales como:

- La línea “Energía para el Futuro” imparte un conocimiento crucial sobre el cuidado de los recursos naturales y proporciona entendimiento sobre la generación y uso de la energía de manera eficiente.
- La línea “Energía para el Futuro” favorece el desarrollo de las destrezas científicas y tecnológicas necesarias para el logro de los planes y políticas de desarrollo.
- El establecimiento de la línea “Energía para el Futuro” dota a los profesores de un conocimiento enriquecido para que puedan empoderar a los futuros ciudadanos.
- Niños y jóvenes alfabetizados en temas de energía fortalecen el desarrollo de sociedades más conscientes.

7. PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA ENSEÑANZA DE FÍSICA Y QUÍMICA

El sistema educativo actual tiene como meta formar personas altamente preparadas, con flexibilidad mental para adaptarse a los cambios que ocasiona la introducción de nuevas tecnologías, y con conocimientos suficientes para enfrentarse al ejercicio de un oficio o profesión.

Los cursos de física y química han estado centrados en el conocimiento de hechos, teorías científicas y aplicaciones tecnológicas. Nuevas tendencias pedagógicas ponen el énfasis en la naturaleza, estructura, unidad de la ciencia y en el proceso de investigación científica. El problema que tiene el docente, es el de construir una concepción particular o estructura de conocimiento científico con los estudiantes, de forma que se convierta en componente permanente de su propia estructura cognoscitiva.

Para acompañar y asistir el desarrollo teórico de las asignaturas se deben desarrollar prácticas con equipos para laboratorio pertinentes en las instituciones educativas. En el proceso de formación del ser humano se resalta la importancia de la experimentación, y para planear la construcción del conocimiento en el caso de que no existan los equipos de laboratorio se hace necesario diseñar, calcular y construir equipos sencillos de laboratorio que cumplan tales funciones.

Los laboratorios de ciencias básicas, como los de física y química, tienen la mayor importancia en los centros de enseñanza, porque en ellos se complementa la práctica con la teoría durante el aprendizaje; además, permiten al estudiante descubrir, redescubrir y construir conocimientos.

Muchos autores y pedagogos han publicado documentos relacionados con la implementación de equipos y metodologías para la realización de prácticas de laboratorio, así como los ministerios de educación de cada país han determinado directrices a seguir para sus entidades educativas. De acuerdo con el documento: "Diseño y construcción de equipo sencillo para la enseñanza de la física" (Carlos Arturo Holguín Tabare 5º CONGRESO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA 2011), el diseño y construcción de un equipo de laboratorio conlleva a una práctica consciente, no mecánica, que involucra todas las operaciones del pensamiento, para aprender y adaptar adecuadamente un método secuencial (sin pretender que sea el único o el mejor). El primer paso inicia cuando un docente apoyado en su experiencia y conocimientos reconoce, basado en fundamentos académicos y habilidades pretéritas, qué fundamentos y habilidades debe desarrollar el estudiante y cuáles son los conceptos de las ciencias que deben ser reforzados con experimentos y prácticas de laboratorio pertinentes. El segundo paso después de la selección anterior consiste en un excelente y adecuado manejo de la base conceptual del tema físico por parte del docente de aquello cuya intención se quiere presentar o enseñar. Un tercer paso conlleva a analizar un modelo o búsqueda de un posible prototipo, existente en el medio para estudiar el aparato, y de él no simplemente conocer y extraer sus dimensiones, sino también reconocer las características de forma, tamaño y propiedades relevantes.

Diversos programas se ofrecen en las instituciones a nivel nacional e internacional para tratar los temas de física y química en colegios. En general se puede establecer que dichos temas son:

1. Principales concepciones de la ciencia. Los grandes cambios: las revoluciones científicas. La ciencia como un proceso en continua construcción: ejemplos en física o en química.

2. Momentos claves en el desarrollo de la física y de la química. Problemas físicos y químicos prioritarios en la investigación actual.
3. Magnitudes físicas y químicas. Sistema internacional de unidades. La medida. Métodos de estimación de la incertidumbre en la realización de medidas y en la determinación de resultados.
4. Cinemática. Elementos para la descripción del movimiento. Movimientos de especial interés. Métodos para el estudio experimental del movimiento.
5. Relación fuerza-movimiento. Dinámica de la partícula. Leyes de Newton. Principio de conservación del momento lineal. Aplicaciones.
6. Movimiento de rotación de una partícula. Cinemática y dinámica. Conservación del momento angular. Aplicación al movimiento de los astros.
7. Dinámica de un sistema de partículas. Momentos lineal y angular. Principios de conservación. Energía de un sistema de partículas. Relación trabajo-energía.
8. Teoría de la gravitación universal. Aplicaciones.
9. Estática de los cuerpos rígidos. Condiciones de equilibrio. Máquinas.
10. Estática de fluidos. Presión atmosférica. Distintos planteamientos en la historia de la ciencia en torno al vacío. Métodos para el estudio experimental de la presión.
11. Dinámica de fluidos. La ecuación de continuidad. La ecuación de Bernoulli. Régimen laminar y turbulento. Aplicaciones a dispositivos tecnológicos de interés y al funcionamiento del sistema cardiovascular humano.
12. Gases ideales. Un modelo interpretativo para los gases, teoría cinética. Desviaciones respecto del comportamiento ideal: gases reales. Un modelo para toda la materia. Intercambios energéticos en los cambios de estado.
13. Física de la atmósfera. Fenómenos atmosféricos. Observación meteorológica. Balance energético terrestre. Papel protector de la atmósfera. Alteraciones debidas a la contaminación. Medidas para su protección.
14. La energía y su transferencia. Relación trabajo-energía. Principio de conservación

de la energía. Evolución en las necesidades energéticas de la sociedad. Repercusiones medioambientales. Energías alternativas.

15. Energía interna. Calor y temperatura. Desarrollo histórico del concepto de calor. Equilibrio térmico. Propagación del calor. Efectos del calor sobre los cuerpos. Conductores y aislantes. Aplicaciones.
16. Calor y trabajo en los procesos termodinámicos. Primera ley de la termodinámica. Aplicación a las máquinas térmicas y a las reacciones químicas. Rendimiento energético.
17. Entropía. Segundo principio de la termodinámica. Cuestiones relacionadas con el segundo principio: orden y desorden, espontaneidad de las reacciones. Estudio de las máquinas simples en relación con el ahorro de energía al realizar alguna actividad y solución de problemas al respecto.
18. Ondas en medios elásticos. Energía que transportan. Fenómenos característicos. Principio de superposición. Métodos experimentales para su estudio. El sonido como ejemplo de ondas longitudinales. Contaminación acústica.
19. Naturaleza eléctrica de la materia. Electrostática. Discontinuidad y conservación de la carga. Carácter conservativo del campo electrostático. Estudio energético de la interacción eléctrica.
20. Corriente eléctrica. Circuitos de corriente continua. Conservación de la energía: ley de OHM. Utilización de polímetros.
21. Campo magnético. Carácter no conservativo del campo magnético. Generación de campos magnéticos y efectos sobre cargas en movimiento. Aplicación a dispositivos tecnológicos.
22. Campos eléctricos y magnéticos dependientes del tiempo. Leyes de Maxwell. Inducción electromagnética. Inducción mutua. Autoinducción.
23. Generación de corrientes alternas. Generadores y motores. Transformadores y transporte de la corriente eléctrica. Influencia de la electricidad en el cambio de las condiciones de vida.
24. Elementos de importancia en los circuitos eléctricos: resistencias, bobinas y condensadores. Su papel en los circuitos de corriente continua y alterna. Energía

almacenada o transformada.

25. Ondas electromagnéticas. Origen y propiedades. Energía y cantidad de movimiento en las ondas electromagnéticas. Espectros electromagnéticos. Aplicaciones. Medidas de protección cuando haya lugar.
26. Óptica geométrica. Principio de Fermat. Formación de imágenes en espejos y lentes. Análisis y construcción de los instrumentos ópticos. El ojo y los defectos de la visión.
27. Óptica física. Propiedades de las ondas luminosas. Observación en el laboratorio. Teoría física del color. Espectrofotometría.
28. Luminancias. Iluminación natural y artificial, confort lumínico.
29. Limitaciones de la física clásica. Mecánica relativista. Postulados de la relatividad especial.
30. Teoría cuántica. Problemas precursores. Límites de la física clásica para resolverlos. Fenómenos que corroboran la teoría cuántica.
31. Naturaleza de la luz. Dualidad onda-corpúsculo. Experiencias que la ponen de manifiesto. Interacción radiación-materia. Relaciones de incertidumbre.
32. Sistemas materiales. Mezclas, sustancias puras y elementos. Transformaciones físicas y químicas. Procedimientos de separación de los componentes de una mezcla y de un compuesto.
33. Teoría atómica de Dalton. Principio de conservación de la masa. Leyes ponderales y volumétricas. Hipótesis de Avogadro. Estequiometría.
34. Modelos atómicos. Evolución histórica y justificaciones de cada modificación.
35. El núcleo atómico. Modelos. Energía de enlace. Radiactividad natural. Radiactividad artificial. Aplicaciones de la radiactividad en diferentes campos. Medidas de seguridad.
36. Fuerzas fundamentales de la naturaleza: gravitatoria, electromagnética, fuerte y débil. Partículas implicadas. Estado actual de las teorías de unificación.

37. Energía nuclear. Principio de conservación masa-energía. Fisión y fusión nuclear. Su utilización. Situación actual. Problemática de los residuos nucleares.
38. Partículas elementales. Estado actual de su estudio. Partículas fundamentales constitutivas del átomo. Del microcosmos al macrocosmos. Teorías sobre la formación y evolución del universo.
39. Sistema solar. Fenómenos de astronomía de posición. Observación y medida en astrofísica. Evolución estelar. Estructura y composición del universo.
40. Clasificación de los elementos químicos. Periodicidad de las propiedades y relación con la configuración electrónica. Estudio experimental de algunas de las propiedades periódicas.
41. El enlace químico. Aspectos energéticos. Clasificación de los enlaces según la electronegatividad de los átomos que los forman. Estudio del tipo de enlace de acuerdo con las propiedades de las sustancias.
42. Enlace covalente: orbitales moleculares. Diagramas de energía. Geometría molecular. Estructura y propiedades de las sustancias covalentes.
43. Fuerzas intermoleculares. Aspectos energéticos. Sólidos moleculares.
44. Sustancias iónicas. Aspectos energéticos en la formación de cristales iónicos. Reconocimiento y utilización de compuestos iónicos.
45. Teoría de bandas. Carácter conductor, semiconductor y aislante de las distintas sustancias. Superconductividad. Importancia de los semiconductores y superconductores en las nuevas tecnologías.
46. Metales. Características de los diferentes grupos. Obtención y propiedades. Compuestos que originan y aplicaciones. Aleaciones. Interés económico de algunas de ellas.
47. Elementos no metálicos. Características de los diferentes grupos. Obtención y propiedades. Compuestos que originan y aplicaciones.
48. Elementos de transición. Características y propiedades de los más importantes. Compuestos de coordinación. Teorías sobre su formación.

49. Disoluciones. Leyes de las disoluciones diluidas. Propiedades coligativas. Disoluciones reales. Disoluciones de electrolitos. Estudio experimental del comportamiento eléctrico de un electrolito.
50. Cinética de las reacciones químicas. Teorías de choques moleculares y teoría del estado de transición. Velocidad de reacción y factores de los que depende. Métodos prácticos para su determinación.
51. Características de los fenómenos catalíticos y efectos sobre la energía de activación. Aplicaciones en la industria. Naturaleza y propiedades catalíticas de las enzimas.
52. Energía y transformaciones químicas. Ecuaciones termoquímicas. Métodos para el cálculo de calores y reacción.
53. Entropía de un sistema químico. Energía libre de Gibbs y espontaneidad de las reacciones químicas. Relación entre la variación de la energía libre y el equilibrio químico.
54. Equilibrio químico. Constante de equilibrio. Modificaciones externas de los equilibrios heterogéneos.
55. Ácidos y bases. Teorías. Medidas del pH. Indicadores. Procedimientos para la elaboración experimental de una curva de valoración ácido-base. Hidrólisis. Soluciones amortiguadoras. Lluvia ácida y contaminación.
56. Ácidos inorgánicos de importancia industrial. Obtención, estructura, propiedades y aplicaciones. Normas de seguridad en el uso y transporte de ácidos.
57. Conceptos de oxidación y reducción. Reacciones redox. Algún proceso redox de interés industrial (pilas y cubas electrolíticas, corrosión y formas de evitarla, metalurgia y siderurgia).
58. Principales procesos químicos en el agua y en el aire. Influencia en el medio ambiente. El agua, recurso limitado: contaminación y depuración. Procedimientos para determinar la contaminación del agua y del aire.
59. Química del carbono. Estructura y enlaces del carbono. Nomenclatura. Isomería. Comprobación experimental de la actividad óptica.

60. Tipos de reacciones orgánicas. Mecanismos de reacción. Análisis de casos característicos.
61. Métodos utilizados en la identificación de compuestos orgánicos: análisis cualitativo y cuantitativo. Análisis estructural por métodos espectrográficos.
62. Hidrocarburos. Características, nomenclatura, obtención y propiedades. Identificación de alquenos y alquinos en el laboratorio.
63. Química del petróleo. Productos derivados y su utilidad en el mundo actual. Contaminación derivada de su uso y normativa vigente. Comparación, en su utilización como combustible, con el agua y el carbón.
64. Funciones oxigenadas y nitrogenadas. Características, nomenclatura, obtención y propiedades. Comprobación de sus principales propiedades en el laboratorio. Importancia industrial.
65. Compuestos aromáticos. El benceno: estructura, obtención y propiedades. Otros compuestos aromáticos de interés industrial.
66. Compuestos orgánicos de importancia biológica. Composición química y función biológica. Los alimentos y la salud.
67. Polímeros naturales. Propiedades y aplicaciones. Métodos de obtención de polímeros sintéticos. Utilización en el mundo actual y problemas de reciclado.
68. Las rocas y los minerales fundamentales del relieve español, propiedades e importancia económica. Geomorfología. El suelo, componentes, destrucción y recuperación.
69. El origen de la Tierra. Estructura y composición de la Tierra.
70. Los fósiles como indicadores. El tiempo geológico. Explicaciones históricas al problema de los cambios. La evolución, mecanismos y pruebas.
71. El origen de la vida. La teoría celular. La base química de la vida. La célula y sus orgánulos. Las necesidades energéticas, respiración celular y fotosíntesis. La división celular. Los cromosomas y la transmisión de la herencia. Las mutaciones. La sensibilidad celular. Los seres unicelulares.

72. Los seres pluricelulares. La nutrición autótrofa y heterótrofa. La reproducción sexual y asexual. Modelos de organización de vegetales y animales. Importancia de los animales y plantas en la vida cotidiana.

73. Ecología. Poblaciones, comunidades y ecosistemas. Componentes e interacciones en un ecosistema. Funcionamiento y autorregulación del ecosistema. Los principales problemas ambientales y sus repercusiones políticas, económicas y sociales. La educación ambiental.

La información aquí expuesta fue realizada por la corporación Cenoposiciones y presentada en el temario de física – química. Aquí se exponen los temas que deben ser tratados en estas asignaturas, y que se observan en diferentes textos de secundaria. Este documento se encuentra en la página web <http://www.cenoposiciones.com/secundaria/info/cen/temario-fisica-quimica.php> con algunas modificaciones.

Para llevar a cabo este programa se pueden realizar algunas prácticas para los diferentes temas, tales como:

Introducción a las propiedades físicas y su medición: La visión física del mundo: Utilización de las magnitudes fundamentales de la física como masa, longitud, área, volumen, tiempo, y densidad, para lo cual se usan instrumentos como metros, reglas métricas, cuerdas, frascos, cronometro, entre otros. Conceptos de precisión y exactitud en la medición como elementos para el estudio de una ciencia, expresión y lectura de mediciones utilizando los patrones del Sistema Internacional de Medidas, notación científica, análisis de errores e incertidumbres, introducción a la graficación de resultados. Interpolación y extrapolación, experiencias simples como medir la altura de un alumno, relación entre la temperatura y el tiempo, relación entre la longitud y la masa de un péndulo con su periodo, fabricación y utilización de un nonius.

El movimiento de los cuerpos: el movimiento como cambio de lugar en función del tiempo, movimiento rectilíneo: descripción de este movimiento, caracterización e identificación de este movimiento a través de la representación gráfica del cambio de posición en el tiempo. Asociación de una velocidad con la inclinación de la recta resultante, visto como una proporción directa, velocidad como consecuencia de la relación espacio-tiempo. Utilización de unidades. Representación de la velocidad mediante vectores. El movimiento con aceleración uniforme y su representación gráfica. Representación gráfica de las variables de este movimiento, representación gráfica e identificación de la caída libre. Análisis de este caso como un movimiento del tipo de aceleración constante. Factores que lo influyen. Leyes de Newton, concepto

de fuerza y conocimiento de sus efectos, fuerzas que actúan sobre los cuerpos, Unidades de fuerza, Las tres leyes de Newton. Caída libre, movimiento y choques. Fricción.

Energía: Energía potencial y energía cinética, utilización de las unidades de energía. Análisis de la transformación y la conservación de la energía, concepto de trabajo en física, origen y uso de las unidades de trabajo, conocimiento de la potencia mediante ejemplos cotidianos, utilización de las unidades de potencia. Estudio de las máquinas simples en relación con el ahorro de energía al realizar alguna actividad y solución de problemas al respecto. Plano inclinado – palancas, ruedas y ejes, tornillo, combinaciones comunes de estas máquinas, Trabajo, Energía y Calor, relación entre el trabajo y el calor, determinación de temperaturas de fusión y ebullición del agua y alcohol, cambios de estado del agua, estudio de la dilatación de sólidos, Estudio de la dilatación de gases, construcción de un termómetro de aire, determinar el calor específico de un sólido, construcción de un calorímetro, propagación del calor, propagación del calor por convección, papel sensible al calor.

Calor y temperatura: Medición de la temperatura. El uso del termómetro, diferencia entre calor y temperatura, concepto de equilibrio térmico, la dilatación de los fluidos y la construcción de termómetros, escalas de temperatura: Celsius, Fahrenheit y la Kelvin, como escala fundamental. La diferencia de temperaturas como motivo de transferencia de calor, el calor como energía en tránsito, dirección del flujo del calor, mecanismos de transmisión del calor, equivalente mecánico del calor, el Joule como unidad de calor. Efectos del calor sobre los cuerpos, relación entre el calor y la elevación de la temperatura, el calor y las transformaciones del estado de la materia, máquinas térmicas, conversión parcial del calor en trabajo, el funcionamiento del refrigerador. Propagación del calor, producción de chispas eléctricas.

Cuerpos sólidos y fluidos: Caracterización y diferenciación entre los cuerpos sólidos y los fluidos, forma, rigidez y fluidez, caracterización y diferenciación entre líquidos y gases, volumen ocupado, fluidos sujetos a la influencia de una fuerza. Compresibilidad, relación entre fuerza, área y presión en los fluidos, presión en columnas de líquidos, principio de Pascal, flotación y principio de Arquímedes, concepto de vacío, propiedades de los fluidos, tensión superficial, movimiento de los cuerpos sólidos en los fluidos. Viscosidad, resistencia al flujo. Fricción.

Electricidad y magnetismo: Los materiales y su conductividad eléctrica, metales y electrones, electrolitos e iones, moles de electrones y de iones, resistencia eléctrica y aislantes, interacción eléctrica, carga eléctrica, Ley de Coulomb, corriente eléctrica, intensidad de corriente, el Ampere como unidad fundamental, diferencia de potencial.

Resistencia eléctrica, Ley de Ohm, circuitos eléctricos, potencia eléctrica, relación entre calor y electricidad, Ley de Joule, magnetismo, imanes y polos magnéticos, magnetismo en la Tierra, relación entre electricidad y magnetismo, inducción electromagnética, motores y generadores eléctricos. Construcción de una pila sencilla, formas de obtener imanes artificiales, imantación por corriente eléctrica, fuerza de atracción entre dos imanes, inducción electromagnética.

Óptica y sonido: El sonido y su propagación, vibraciones como fuentes de sonido, medios de propagación, variaciones de presión en una onda de sonido, velocidad de propagación, Intensidad y sonoridad. Instrumentos musicales, el oído y la audición, efecto Doppler, movimiento ondulatorio, longitud de onda y frecuencia, velocidad de propagación, lentes y aparatos ópticos, el ojo y la visión, radiación electromagnética, fuentes de luz. Iluminación. Eficiencia en la iluminación. Unidad fundamental de intensidad luminosa, luz visible. Colores, ondas de radio. Radiación infrarroja y ultravioleta, construcción de una caja negra, Construcción de una lupa sencilla, difracción de la luz, determinación del índice de refracción.

Propiedades de los líquidos: Efectos de la presión del aire, efectos de las corrientes de aire, existencia de la Presión atmosférica, construcción de un barómetro sencillo, principio de Arquímedes, un bote impulsado por la tensión superficial.

La materia y su constitución: Disoluciones de aceite vegetal, electrólisis del agua, métodos de separación de mezclas, destilación y fraccionamiento, la unión entre átomos, identificación tipo de enlace de sustancias, sublimación del Yodo, observación del crecimiento de cristales, Transformaciones químicas, Ley de Boyle-Mariotte, Ley de Charles y Gay-Lussac, Ley de conservación de la masa de Lavoisier, preparación de disoluciones, ejemplos de algunas reacciones químicas, tipos de reacciones, identificación de iones, electrólisis del sulfato de cobre, estudio de la estequiometría de las reacciones. Separación de sólidos solubles (cristalización), cómo obtener agua pura (método simple), reacciones endotérmicas y exotérmicas, medida del calor de combustión del etanol, cinética y equilibrio químico, estudio del equilibrio químico, influencia de la concentración y temperatura en la velocidad de reacción, ejemplos de algunas reacciones de equilibrio, velocidad de reacción, influencia de la concentración en la velocidad.

Reacciones ácido-base: preparación de un indicador ácido-base, comportamiento distinto de ácidos y de bases, valoraciones ácido-base, observar cambios de coloración de indicadores.

Reacciones de Oxidación: reducción (REDOX): reducción de metales, ejemplos de

reacciones Redox, electrólisis del agua, reducción electrolítica de la plata, reparación de una solución para platear, construcción de una pila muy simple, descomposición del KI (Yoduro de Potasio) por electrólisis.

Química orgánica: fabricación de jabón con hidróxido sódico, fabricación de jabón con ácido sulfúrico, reconocer los elementos de un hidrocarburo, solubilidad de distintos hidrocarburos, preparación del reactivo de Fehling, reacciones de química orgánica, diferenciación de alcanos y de alquenos, oxidación del etanol, mezcla de ácidos y alcoholes, reconocimiento de aldehídos y cetonas (recomendada), reacciones típicas de química orgánica (recomendada), proceso de esterificación.

Los temas aquí expuestos son elaborados por el instituto de enseñanza secundaria de Alicante-España y se encuentran en la página: <http://www.ieslaasuncion.org/fisicaquimica/programa.html> con algunas modificaciones de: <http://www.ieslaasuncion.org/fisicaquimica/programa.html>



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

El estudio permitió identificar que no se tiene en la cadena de la educación en el país una adecuada articulación entre los diferentes actores, esto es, entre las entidades gubernamentales, como lo son los ministerios, secretarías de educación, las entidades educativas, como lo son las Universidades, institutos técnicos, colegios, SENA, las asociaciones de los sectores productivos, la industria y demás actores que deben intervenir en el diseño, puesta en marcha y verificación de modelos educativos propios para incentivar en los estudiantes el estudio de los métodos y modelos de la transformación y uso adecuado y eficiente de la energía.

No se cuenta con una política en educación que fomente en forma organizada el aprendizaje por parte de los estudiantes del tema energético. El mundo entero y en particular el país requieren de personas altamente preparadas en este tema con el objeto de hacer un uso adecuado de la energía disminuyendo para el país impactos ambientales y costos por uso inadecuado de la energía.

Se sugiere invertir en capacitación de docentes en el tema energético en colegios que puedan dirigir grupos de estudiantes, aquí denominados “Clubes” o “Tribus” para motivar el trabajo conjunto de los niños, jóvenes y profesionales de colegios, institutos técnicos y Universidades.

Se sugiere invertir en adecuar o mejorar laboratorios de física, química y ciencias en colegios, institutos técnicos y universidades.

Debido a las necesidades en el tema de la enseñanza en colegios de actividades prácticas que permitan identificar y comprobar las leyes de la transformación y uso de la energía, se sugiere la implementación de laboratorios móviles que incluyan equipos demostrativos y de prácticas de verificación de las transformaciones de energía, uso eficiente de las mismas, presentación de conferencias por parte de expertos, entre otras actividades. Estos laboratorios podrían atender un colegio semanalmente, con lo cual se podrían atender hasta 40 colegios por año, lo que disminuiría la necesidad de hacer inversiones costosas en colegios que carezcan de los laboratorios equipados para tal fin.

En relación a las inversiones, capacitar docentes podría hacerse a través de maestrías o diplomados, lo que implicaría inversiones por docente que irían desde 3.000.000 COP a 30.000.000 COP.

Los laboratorios por colegio, de acuerdo a los equipos que se instalen tendrían costos

superiores a los 50.000.000 COP.

Los laboratorios móviles podrían tener un costo a partir de los 1500.000.000 COP de acuerdo a los equipos que le sean instalados.

De acuerdo a esto se sugiere tomar acciones a corto plazo, como es:

- Conformación de los clubes, articulados con los semilleros de investigación y los grupos de investigación de las Universidades.
- Se sugiere organizar eventos, talleres, ferias o congresos para difundir estas propuestas y permitan integrar los diversos actores de la cadena de la formación en el tema energético.
- Se sugiere implementar un laboratorio móvil para tener experiencias del uso del mismo y su impacto en los jóvenes de los colegios y poder realizar evaluaciones alrededor de las mismas.
- Se recomienda promover a través de convocatorias, ya sea por el programa Ondas, jóvenes investigadores, conformación de redes del conocimiento, programas del ministerio de educación, programas de secretarías de educación, entre otras; el inicio de los clubes en los colegios articulados con los semilleros y grupos de investigación mencionados anteriormente, el trabajo financiado en temas específicos relacionados con la energía y mencionados anteriormente en este documento.
- Se recomienda organizar un taller de difusión del tema con expertos en docencia, pedagogía y energía que se realice en diferentes lugares del país para promover la integración de los grupos de trabajo conformados, como ya se mencionó, por los grupos de investigación, semilleros y clubes y que permita iniciar actividades en temas de interés para las regiones y localidades.
- Se recomienda organizar con una o varias universidades en programa de formación a través de un diplomado de un grupo de docentes e iniciar el programa articulado aquí propuesto.
- Realizar visitas con los estudiantes a parques temáticos, museos de la técnica, laboratorios en universidades, etc., tales como Maloka, el planetario, el jardín botánico, laboratorios de energías renovables en el SENA y en las universidades, esto con el fin que los estudiantes de colegio hagan contacto directo con la tecnología. Esto se complementa con el uso en clase de videos donde se observen los desarrollos que se dan en diferentes lugares del mundo.

En el mediano y largo plazo se sugiere:

- Que se inviertan recursos en investigaciones asociadas a los temas energéticos

mencionados en el Ítem 2, inversiones en el mejoramiento de la infraestructura y equipamiento de laboratorios de física, química y ciencias en los colegios, institutos y universidades.

- Se sugiere invertir en laboratorios equipados para realizar investigaciones de la más alta tecnología para el beneficio de la adecuada transformación y uso eficiente de la energía en Colombia y el mejor aprovechamiento posible de nuestros recursos naturales.
- Se deben iniciar programas en conjunto con las empresas y sectores productivos para realizar trabajos desde los colegios, integrados a los grupos de investigación en temas que sean relevantes para las zonas en que se encuentran los colegios; con ello, los jóvenes podrán integrarse al futuro mercado laboral en oficios que les serán útiles, ya sea para laborar una vez terminen sus estudios de secundaria o para seleccionar los estudios de educación terciaria que les sean más favorables, tanto por satisfacción personal y profesional como por consolidación de un futuro económico y social conveniente.
- Se deben buscar mecanismos que incentiven a las empresas y sector productivo en invertir y financiar los proyectos seleccionados de aplicación de conceptos de energía, como son uso de fuentes de energía ya sea fósiles o renovables, eficiencia energética, políticas energéticas, investigaciones aplicadas, entre otros.
- Se sugiere se promuevan convocatorias para financiar programas de capacitación de docentes de colegios e instituciones técnicas a nivel maestría y doctorado, otorgándoseles el tiempo necesario para poder realizar sus estudios y con el compromiso de trabajar los temas pedagógicos propuestos o en desarrollo.
- Implementar tantos laboratorios móviles como sean necesarios para que todos los estudiantes del país obtengan bases académicas relacionadas con el buen uso de la energía, sus fuentes y equipos de transformación.
- Invertir en laboratorios fijos en colegios en áreas de física y química donde los estudiantes puedan experimentar en temas relacionados con el tema energético, esto es: combustibles, generadores eléctricos, motores, biocombustibles, sistemas de calentamiento, sistemas solares, eólicos, etc. Se debe trabajar en la posibilidad de construir centros de laboratorios muy completos.
- Promover una política de construcción de equipos de experimentación por parte de los docentes y estudiantes de los propios colegios.
- Promover la integración de los estudiantes con grupos a nivel internacional que trabajan temas similares en programas tales como AMERINSA y CRITER de Francia o talleres y encuentros de física en Alemania.

- Fomentar la participación de estudiantes de últimos años de secundaria, de educación media y de institutos tecnológicos en laboratorios de universidades donde adelanten sus actividades los grupos de investigación.



ANEXOS





ANEXO 1

DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN EL MUNDO

La humanidad en su desarrollo histórico ha generado distintos modelos energéticos, aunque estos no se dan o imponen en todos los lugares al mismo momento. Es así como se pueden distinguir distintos modelos energéticos (Cunningham, 2003):

- Preagrícola
- Agrícola
- Agrícola avanzado
- Preindustrial
- Industrial
- Industrial avanzado

El uso de fuentes de energía por parte del ser humano inicia cuando el hombre primitivo diseña armas y técnicas de caza que le permiten concentrar la energía, aumentando así el poder de la fuerza humana, que se potencia con el descubrimiento del fuego; Existen evidencias de su uso, por parte del Homo erectus, hace cerca de un millón de años; pero hace unos 30 mil años el hombre comenzó a dominar el fuego; con él podía calentarse, cocinar los alimentos, iluminar y mantener alejadas a las fieras, incluso lo empleaba como auxiliar en la caza, que junto con el arco fueron los primeros dispositivos para almacenar energía.

El surgimiento de la agricultura, hace unos 10 mil años, permitió el aprovechamiento de la energía solar y el ser humano comenzó a manejar los flujos solares. Con la domesticación de los animales se empezó a aprovechar la energía animal para aumentar la productividad; la fuerza animal se utilizó en labores de arado, transporte de carga y como medio de transporte, convirtiéndose así la energía animal en la fuerza motriz dominante hasta mediados del siglo XX.

La esclavitud se convirtió en la siguiente forma de aprovechamiento energético; las civilizaciones en Egipto, Grecia e incluso el continente americano, se construyeron con un aporte energético, de 50 a 100 vatios, que es el promedio de trabajo, que puede aportar un hombre adulto.

Las sociedades preindustriales se sustentaron en el uso de tres tipos de energía: la concentrada en los músculos, tanto de los humanos como de los animales; la cinética

concentrada en los flujos del agua; y la del viento y de la biomasa, que por medio de la combustión generan energía calorífica.

Hacia el año 1000, A.C, se empezó a usar el carbón en China; también se han encontrado datos que evidencian que los egipcios y los romanos utilizaban la energía del carbón desde antes del 400, D.C, para la forja de armas. Sin embargo, no es sino hasta el final del siglo XVII, gracias a los avances realizados por la Física y la Química aplicadas a la Ingeniería, que Thomas Newcomen desarrolla un equipo, que funcionaba con la presión generada por el vapor. Pero fue James Watt quien desarrolló la máquina de vapor entre 1769 y 1782, e introdujo evidentes mejoras que la convirtieron en el motor de la primera Revolución Industrial en 1814. George Stephenson, basándose en los trabajos anteriores, construyó la primera locomotora que funcionaba según este sistema. Robert Fulton realizó pruebas con un pequeño barco impulsado por una máquina de vapor e instaló, en los EE.UU, la primera línea de barcos de este tipo. En 1823, comenzó a circular en Inglaterra el primer ferrocarril con una locomotora de vapor. Posteriormente, los descubrimientos de las leyes de la Termodinámica permitieron conocer eficazmente el funcionamiento de la máquina de vapor y dichos avances fueron aplicados en el desarrollo de los motores térmicos. Estos hechos hicieron que durante los siglos XVIII y XIX la demanda del carbón aumentara.

El carbón también se utilizó en la producción de gas para iluminar ciudades, lo que se denominó el “gas ciudad”. Este proceso de gasificación permitió el uso de la luz de gas en zonas metropolitanas a comienzos del siglo XIX, especialmente en Londres. Este desarrollo inclinó el futuro del carbón hacia la generación de electricidad. La primera central eléctrica de combustión de carbón real, desarrollada por Thomas Edison, entró en funcionamiento en Nueva York en 1882, proporcionando electricidad a nivel doméstico (Instituto Mundial del Carbón, 2012).

Otra fuente primaria de energía que también encontró aplicación en las civilizaciones antiguas y entre los siglos XV y XIX fue el viento. La primera utilización de la capacidad energética del viento fue la navegación a vela; en ella, la fuerza del viento se utilizaba para impulsar un barco. Se encuentran barcos con velas en los grabados egipcios más antiguos (3000, A.C). Otra aplicación que se le dio a la fuerza del viento fue en los molinos. Se considera que los primeros molinos fueron desarrollados por Herón y Alejandría en el siglo I, A.C, dicha tecnología fue adoptada por los árabes y durante las cruzadas se expandieron hacia Europa. Los molinos de viento que tuvieron un auge importante durante la edad media, se emplearon para el riego y para moler el grano; entre los siglos XV y XIX tuvieron otras aplicaciones, como el bombeo de agua en tierras bajo el nivel del mar, aserradores de madera, fábricas de papel y prensado de semillas para producir aceite, así como para triturar todo tipo de materiales. En el

siglo XIX se llegaron a construir unos 9.000 molinos en Holanda (UNED, 2013).

Años después, el desarrollo del conocimiento en torno a la electricidad y el electromagnetismo realizado por Coulomb, Ampère, Ohm y Faraday, hicieron posible que la energía eléctrica encontrara aplicaciones en la iluminación, la producción de calor y el trabajo mecánico. Se inventó el motor de corriente continua, el generador eléctrico de corriente continua, el transporte de electricidad a distancia, el alumbrado eléctrico, la lámpara incandescente, el motor eléctrico de corriente alterna, entre otros. A finales del siglo XIX se empezaron a extender las redes de distribución de energía eléctrica por todo el mundo desarrollado, y el uso de la energía eléctrica en las ciudades empezó a convertirse en algo cotidiano (UNED, 2013).

Simultáneamente a estos avances, en 1859, Edwin Drake perforó el primer pozo petrolífero y con el invento del motor de combustión interna, por Nikolaus August Otto en 1876, el cual obtiene energía mecánica a partir de la energía química de un combustible, empezó a crecer rápidamente la demanda de petróleo.

Las sociedades industrializadas deben su desarrollo a la producción fabril, las ideas de la Ilustración y las máquinas térmicas, todo ello en conjunto permitió el auge de la creatividad humana, que a su vez condujo a un mayor aprovechamiento de las potencialidades energéticas almacenadas en los combustibles fósiles.

Durante el primer tercio del siglo XX fue creciendo la importancia del petróleo con respecto del carbón. Igualmente, el consumo de electricidad siguió creciendo a pasos agigantados, dando lugar al desarrollo de centrales hidroeléctricas y térmicas, para satisfacer ésta demanda. También durante éste mismo periodo se desarrollaron los fundamentos de la Energía Nuclear. Nuevamente, los progresos de la Física, con los trabajos de Becquerel y el matrimonio Curie, entre otros, sobre los materiales radiactivos, produjeron nuevos avances que culminaron en la primera fisión artificial del átomo de Uranio en 1938 por Otto Hahn y el desarrollo del primer reactor nuclear en los EE.UU por Enrico Fermi en 1942 (UNED, 2013).

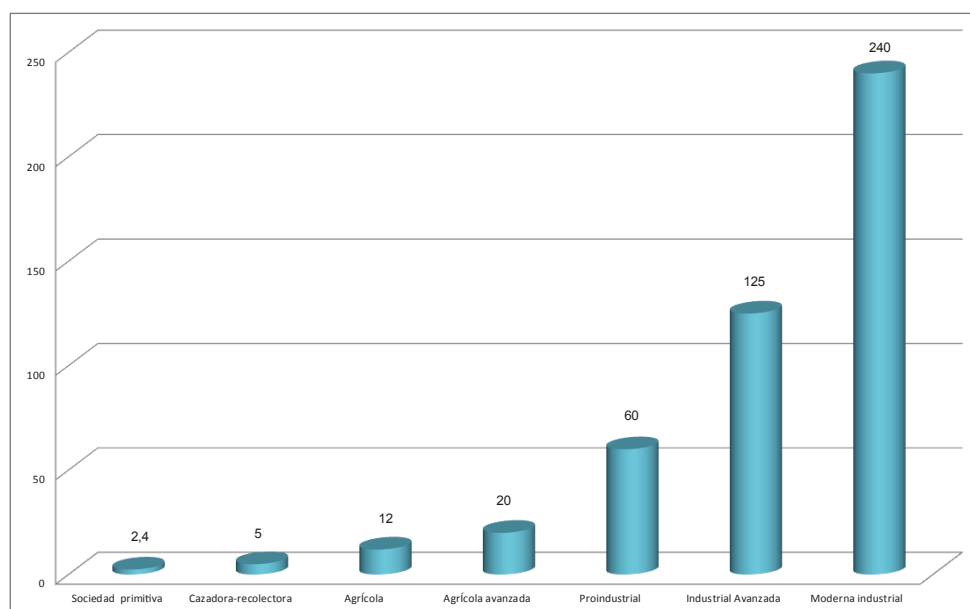
A principios del siglo XIX el 95 % de la energía primaria que se consumía en el mundo procedía de fuentes renovables. Un siglo después, tal porcentaje era del 38 % y a principios del presente siglo era sólo del 16% (UNED, 2013).

En el último tercio del siglo XX, con el aumento de la preocupación por el estado del medio ambiente y el agotamiento de las fuentes fósiles de energía, la tendencia ha estado cambiando, y en muchos países industrializados la proporción de energías renovables ha crecido de manera considerable en las dos últimas décadas.



Los motores de explosión (Otto y Diesel) empleados en el transporte terrestre, las turbinas utilizadas en el transporte naval o aéreo, así como los altos hornos, las plantas químicas que se utilizan en una gran variedad de procesos industriales, los sistemas de calefacción en los hogares y los servicios, emplean combustibles fósiles u otras fuentes de energía renovable para generar calor, vapor o producir energía mecánica. Todas estas fuentes primarias antes mencionadas junto con la nuclear sirven para generar las fuentes secundarias, que actúan como intermediarias, transportando la energía al punto de consumo o del almacenamiento. En la actualidad se pueden considerar dos fuentes secundarias de energía: la electricidad y el hidrógeno, ellas no se encuentran en la naturaleza espontáneamente.

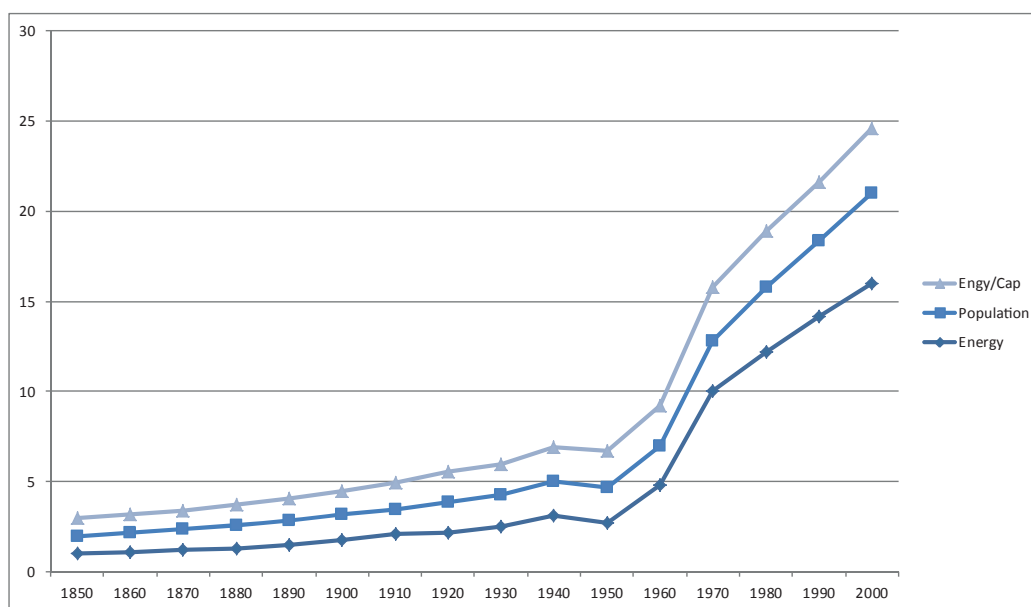
Gráfico 1. Consumo de energía y evolución, miles KCal/persona/día



Fuente (Cunningham, 2003)

El consumo de energía está directamente relacionado con el desarrollo de la humanidad y los modelos energéticos que ésta ha adoptado con el paso del tiempo como lo ilustra el gráfico 1. Estos modelos energéticos, a su vez, han permitido que la humanidad cubra sus necesidades de alimento, vivienda y abrigo, lo que ha influido en el crecimiento de la población mundial, con un aumento permanente del consumo energético per cápita, el cual es más evidente en los últimos dos siglos, gráfica N° 2.

Gráfica 2. Relación entre el aumento de la población, la producción de energía y el consumo energético per cápita



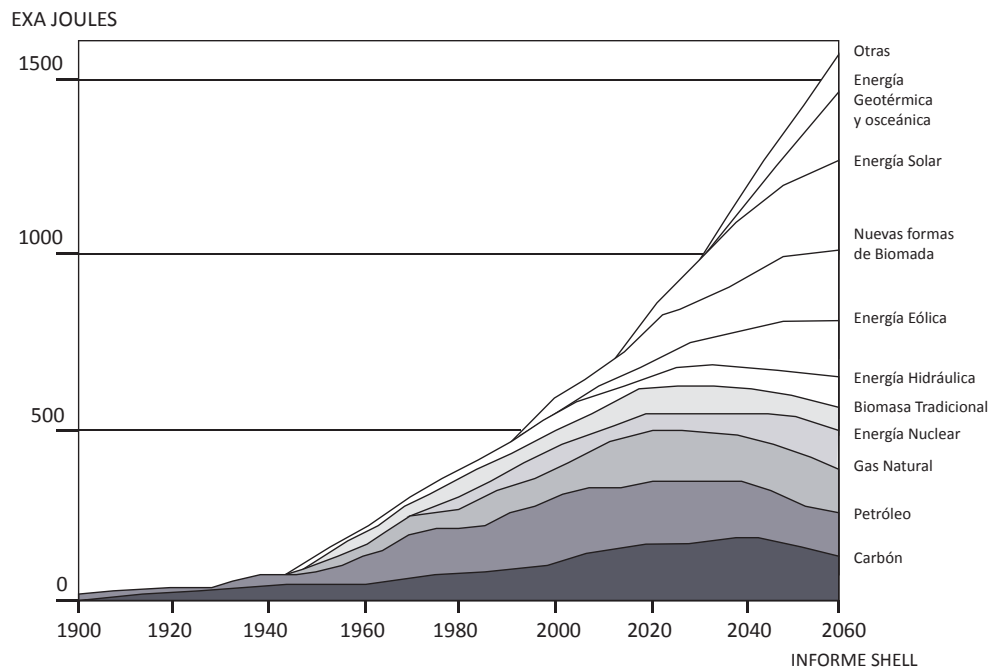
Fuente: (Vaneek & Albright, 2008, pg. 26)

El consumo energético se distribuye entre los tres sectores de actividad económica, a los que hay que sumar los hogares:

1. Sector primario:
 - Agricultura y ganadería.
 - Pesca.
 - Silvicultura.
 - Minería.
2. Sector secundario: industria.
3. Sector terciario:
 - Transportes.
 - Servicios, comercio, entre otros.
4. Hogares.

Las políticas que regulan la producción y distribución de la energía son necesarias debido al aumento en el consumo, el cual, se presume, seguirá incrementándose, pero cada vez con mayor participación de las fuentes renovables de energía, como se aprecia en la gráfica N° 3.

Gráfico 3. Proyección de la generación de energía proyectada a 2060



Fuente: Tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar. Sierra, F. Caro, E y Mejía, F 2008.

La energía es un elemento esencial en la calidad de vida del ser humano y constituye uno de los principales motores del desarrollo económico y de la transformación social, pues se encuentra presente en todas las actividades tanto de producción, como de consumo.

Por su parte la producción y el consumo de energía tienen implicaciones ambientales, en tanto que el uso de combustibles fósiles ha provocado el agotamiento de sus reservas, pero el uso inadecuado de fuentes renovables, como la biomasa o el recurso hídrico, puede conducir a su degradación y falta de disponibilidad. Los impactos ambientales negativos sobre el agua, el suelo y el aire derivados de la producción, transformación y uso de la energía, así como las crisis petroleras de los años setenta y de los últimos tres años, el aumento en el precio de los productos energéticos, los cortes en el abastecimiento eléctrico, evidencian el papel fundamental que tiene el suministro de energía en el desarrollo de la humanidad (CEPAL, OLADE, GTZ, 2003)

Según el informe presentado por el Grupo Asesor en Energía y Cambio Climático de la Secretaría General de las Naciones Unidas, la energía está en el corazón de los asuntos económicos, ambientales y de desarrollo más críticos que enfrenta el mundo

de hoy. Los servicios de energía limpia, eficiente, asequible y fiable son indispensables para la prosperidad mundial. En la tabla N° 1 se presentan algunos aspectos del desarrollo sustentable relacionados estrechamente con los sistemas energéticos:

Tabla 1. Contribución del sistema Energético a la sustentabilidad.

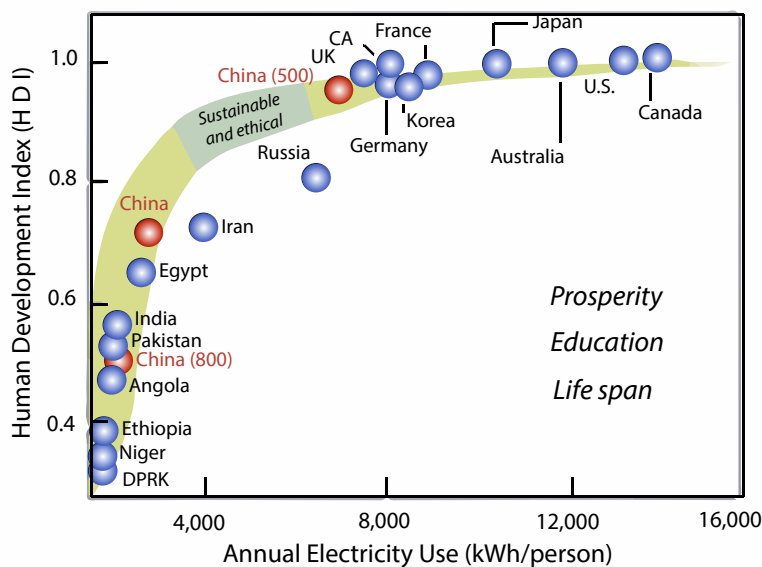
DIMENSIONES	OBJETIVO/FORMA EN QUE CONTRIBUYE EL SECTOR ENERGÉTICO
Política	Sostenimiento del espacio de maniobra para la política
	Mantenimiento de peso influencia internacional
	Desconcentración del poder político-económico (estatal y privado)
	Seguridad de instalaciones ante conflictos
	Seguridad de diversificación de abastecimiento externo
Económica	Suficiente grado de autarquía energética
	Reducida cuota energética en importaciones
	Menor peso de ingresos variables en el presupuesto
	Menor peso en el balance de pagos
	Flujo estable de ingresos por exportaciones
	Captación de rentas energéticas
	Flujo estable de ingresos fiscales
	Inversión de rentas energéticas en otras formas de capital
	Reducida intensidad energética
	Uso racional de energía en los sectores productivos
	Eficiencia energética
	Eficiencia productiva en el sector de la energía
	Financiamiento suficiente del sector
	Mayor valor agregado en las cadenas energéticas
	Mayor calidad de suministro energético
Confiabilidad del abastecimiento	
Reducidos costos de suministro energético	
Diversificación del mix energético	
Social	Abastecimiento suficiente
	Satisfacción de necesidades básicas
	Accesos a energéticos modernos
	Abastecimiento de servicios sociales
Ambiental	Reducción de impactos locales y globales por emisiones
	Conservación del suelo
	Manejo sostenible de la leña
	No contaminación de las aguas
	Manejo eco-compatible de explotación de recursos fósiles
	Manejo sustentable de las cuencas hídricas
	Programas sostenibles de explotación de recursos fósiles
	Explotación sustentable en el largo plazo de los recursos fósiles
Utilización de los recursos renovables	

Fuente: (CEPAL, OLADE, GTZ, 2003)



Una mejor calidad de vida, incluye confort, mejores servicios de salud, mejor alimentación; al mismo tiempo, el ritmo de vida actual, con recorridos más largos y mayor uso del transporte, el incremento en las comunicaciones, mayor consumo de productos, son, entre otras, las principales razones que en la actualidad motivan un mayor consumo de energía per cápita. Estas condiciones de bienestar se relacionan con el índice de desarrollo humano - HID (por sus siglas en inglés) el cual también está directamente relacionado con el consumo de energía. Por otra parte, Etiopía y Nigeria exhiben bajos niveles de HID y de igual forma bajos consumos energéticos; en el gráfico 4 se aprecia que países como Canadá, Japón y Australia, entre otros, presentan altos HID con los correspondientes altos consumos de energía per cápita.

Gráfico 4. Relación entre el Índice de Desarrollo Humano (HDI) y el consumo de energía

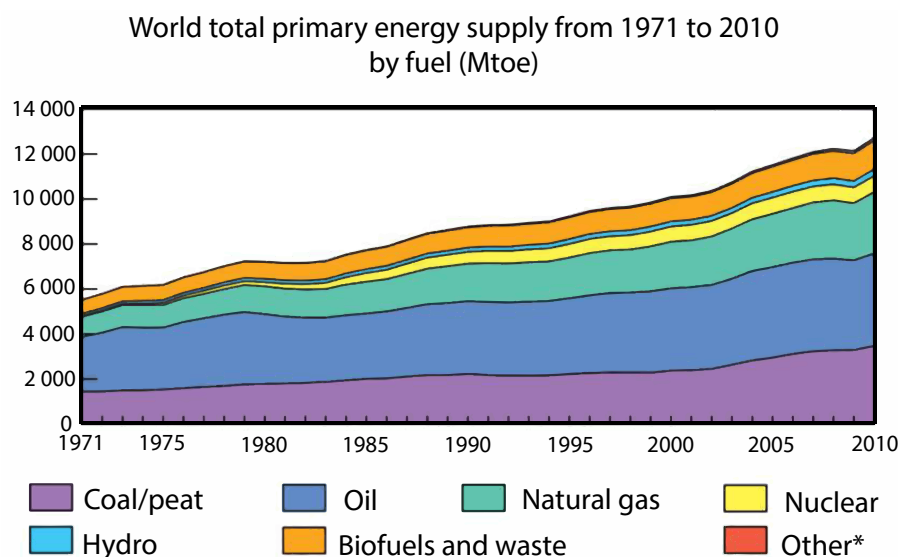


Fuente: (Conca, 2012)

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) hace referencia a la calidad de vida a la que la mayoría de los seres humanos aspiran. Para la clase media se calcula que está alrededor de 0,8 e implica que, para satisfacer las necesidades, el consumo es de más de 3.000 kWh/hrs por persona al año. El 80% de la población mundial, más de 7 mil millones de personas, cuentan con un HID inferior a 0,8 (Conca, 2012)

Por mucho tiempo, las principales fuentes primarias de energía utilizadas han sido el carbón, el petróleo, el gas natural y en menor medida la energía nuclear, los biocombustibles y otras. El gráfico 5 presenta dicho consumo a 2010.

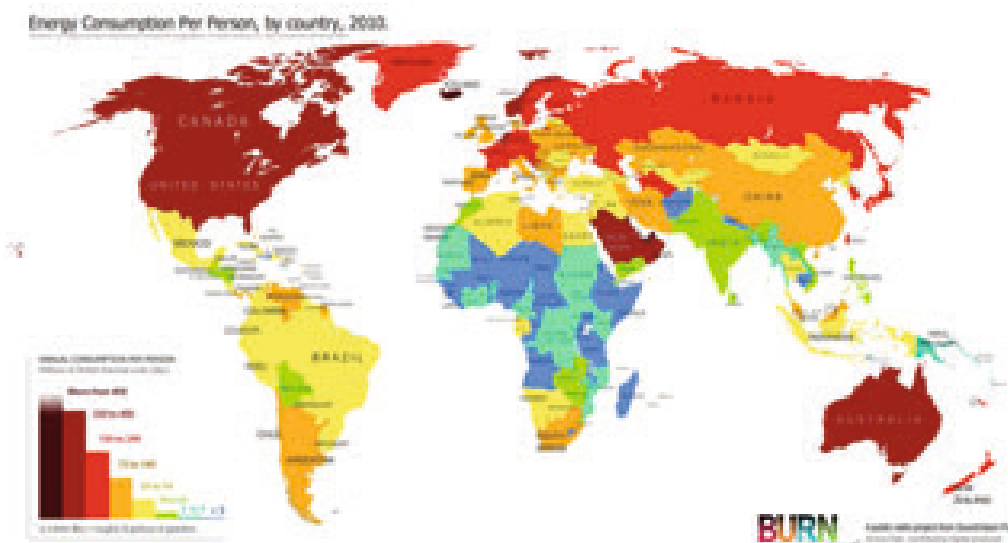
Gráfico 5. Consumo mundial de fuentes primarias de energía entre 1971 y 2010



Fuente: (International Energy Agency, 2012)

En la actualidad, la principal fuente generadora de energía continúa siendo el petróleo. El consumo mundial de energía está directamente relacionado con el IDH que a su vez incluye dentro de sus indicadores el nivel de vida medido por el Producto Interno Bruto (PIB) real per cápita. El mapa 1 presenta el consumo energético por país en Btu.

Mapa 1. Consumo energético per cápita y por país a 2010

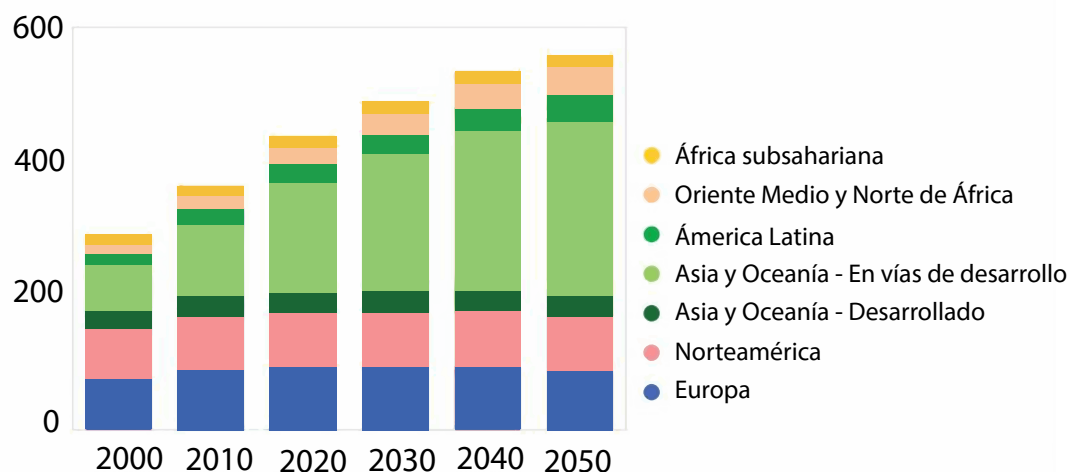


Fuente: (MAP: How much energy are we using, 2013)

El *WorldEnergy Outlook - WEO* (Perspectivas de la energía a nivel mundial) en su más reciente edición presenta la proyección del consumo energético mundial a 2035. Según éste informe, el consumo de petróleo se verá incrementado en un 60% principalmente por China, India y Medio Oriente. Por su parte, los países del OCDE apenas incrementarán la demanda de energía, con menos participación del petróleo, el carbón y la energía nuclear, en dichos países se apreciará un aumento en el uso de las fuentes de energía con baja emisión de carbono (International Energy Agency, 2012).

Por otra parte, la Shell realizó otro estudio con proyección hasta el 2050, en el cual se presentan dos posibles escenarios. Uno de ellos denominado de Inercia (Scramble), - que se caracteriza por la escasa atención política hacia el uso eficiente de la energía, implicando el agotamiento de las reservas sin control de las emisiones de gases de efecto invernadero, produciendo consecuencias climáticas graves. En éste escenario, el consumo energético por región se ve incrementado por las economías emergentes de Asia, Oceanía y América Latina, como se aprecia en el gráfico 6 (Shell International BV, 2008).

Gráfico 6. Proyección a 2050 del consumo de energía en Exajulios por región en el escenario de inercia (SCRABLE)



Fuente: (Shell International BV, 2008)

En cada uno de los estudios, los combustibles fósiles siguen siendo predominantes en la canasta energética mundial. Colombia no es ajena a estas proyecciones, siendo el petróleo el primer producto de exportación y el principal contribuyente a las finanzas del Estado.

Sin embargo, una de las principales dificultades que enfrenta el panorama energético está en la eficiencia. En este sentido, el estudio de la Shell plantea un segundo escenario, conocido como la **Planificación (Blue Prints)**, el cual caracteriza las acciones locales que se desarrollan para abordar los desafíos que plantean el desarrollo económico, la seguridad energética y la contaminación ambiental (Shell International BV, 2008).

Por su parte, el *WorldEnergy Outlook* indica que los principales consumidores (China, Estados Unidos, la Unión Europea) han realizado avances importantes en sus políticas de eficiencia energética, lo cual tendría notables consecuencias en las tendencias energéticas y climáticas mundiales (International Energy Agency, 2012). En general, se enfatiza que dichas medidas deben incidir en seis ámbitos:

- Visibilizar la eficiencia energética, mediante su medición y en la difusión de sus ventajas económicas.
- Otorgar mayor importancia a la eficiencia energética, para que se incorpore en las decisiones de los gobiernos, las industrias y la sociedad.
- Mejorar el acceso a una eficiencia energética, mediante políticas que promuevan modelos de negocio e instrumentos financieros que incentiven la inversión.
- Promover tecnologías energéticamente eficientes combinando la regulación para incentivar el desarrollo de enfoques más eficientes.
- Realizar control, comprobación y sanción, para lograr el ahorro de energía esperado.
- Fortalecimiento de la “gobernanza” de la eficiencia energética y de la capacidad administrativa en todos los niveles.

Es así como dentro de las prioridades de la ONU se presentan dos objetivos principales en los que se deben enfocar los esfuerzos mundiales para lograr la transformación de los sistemas energéticos en el mundo (The Secretary-General’s Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC) Summary Report and Recommendations, 2010), a saber:

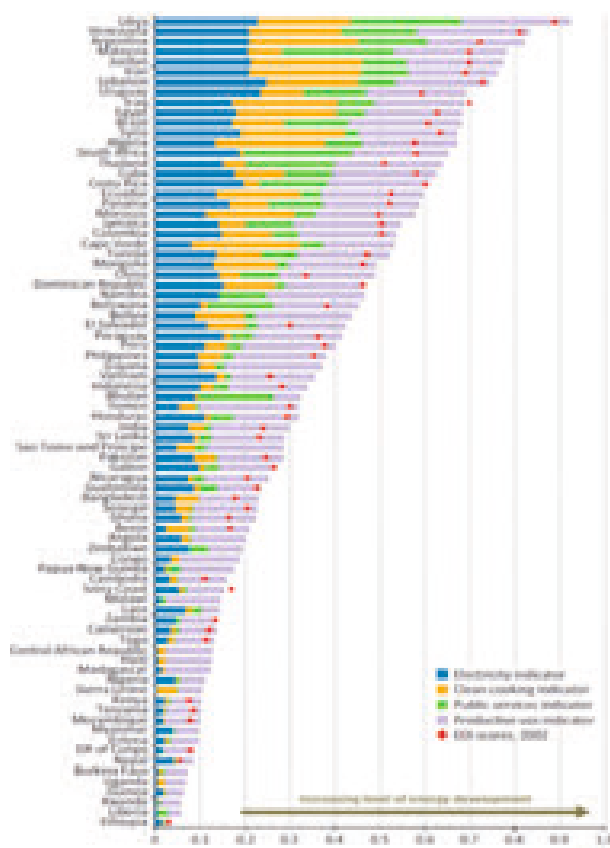
1. Garantizar el Acceso Universal a la energía para el año 2030. La comunidad mundial debe tener como objetivo facilitar el acceso, cuando menos de entre 2 y 3 mil millones de personas excluidas de los servicios modernos de energía, a un umbral mínimo básico de servicios modernos de energía para el consumo y usos productivos.
2. Reducir la intensidad energética mundial en un 40 % para el 2030. Tanto los países desarrollados, como los que están en vía de desarrollo, deben construir y

fortalecer su capacidad para aplicar políticas eficaces basadas en mecanismos de mercado, modelos de negocio, herramientas de inversión y reglamentos en materia de energía.

Para poder identificar los avances en dichos objetivos se ha calculado el Índice de desarrollo energético - EDI (por sus siglas en inglés) para 80 países en vía de desarrollo. Los resultados indican que algunos países han logrado grandes mejoras, como China, Tailandia, El Salvador, Argentina, Uruguay, Vietnam y Argelia. Existe aún un número de países cuyos EDI son aún muy bajos, como los que presentan Etiopia, Liberia, Ruanda, Guinea, Uganda y Burkina Faso.

El análisis tuvo en cuenta la necesidad de diferentes soluciones tecnológicas, como la red, mini-red y soluciones fuera de la red para la electricidad, y estufas con biocombustibles avanzados mediante biomasa, gas licuado de petróleo (GLP) y sistemas de biogas para cocinar (International Energy Agency, 2012).

Gráfico 7. Ubicación de los países en vía de desarrollo según el Índice de desarrollo energético - EDI



Fuente: (International Energy Agency, 2012)

Colombia se encuentra en el puesto 22 detrás de Argentina, Uruguay, Brasil, cuyas experiencias pueden ser de utilidad para mejorar el desempeño energético del país. En el gráfico 7 se aprecia la ubicación de los diferentes países de acuerdo al EDI.

Colombia es un país que dispone de una gran diversidad de recursos energéticos, lo cual garantiza la disponibilidad de estos para cubrir la demanda interna. El consumo de energía en el año 2009 fue de 237.447 Tera-calorías (Tcal) y los sectores de mayor consumo son el transporte industrial y residencial (MME-UPME, 2007). Se estima que el potencial de crudo y gas natural con que cuenta el país es de más de 47 mil millones de barriles de petróleo equivalente, los cuales están distribuidos en 18 cuencas sedimentarias que comprenden un área de 1.036.400 Km², ubicadas en los valles Superior y Medio del Magdalena, el Catatumbo, La Guajira, la Cordillera Oriental, el Putumayo y los Llanos Orientales (Web de ECOPEPETROL, 2013).

Se evidencia que en este escenario las estrategias complementarias para alcanzar el logro de dichos objetivos, como las Fuentes no Convencionales de Energías (FNCE), adquieren un papel importante en el ámbito mundial.

Las FNCE abarcan los flujos energéticos que se producen de forma natural y de manera constante en el medio ambiente, y que pueden ser aprovechados para el beneficio humano. En últimas, el origen de estas fuentes energéticas son el sol, la gravedad y la rotación de la tierra. Según la Agencia Ambiental Europea, se entiende por energía renovable las diversas fuentes energéticas diferentes a las fuentes de energía fósil (petróleo, carbón y gas natural).

En el diccionario de referencias se consideran fuentes de energía renovables a aquellas de origen natural teóricamente inagotables, como la biomasa, la energía solar, la eólica, de las mareas, de las olas y la energía hidroeléctrica y que no se derivan de combustibles fósiles o nucleares (Dictionary. com, 2013).

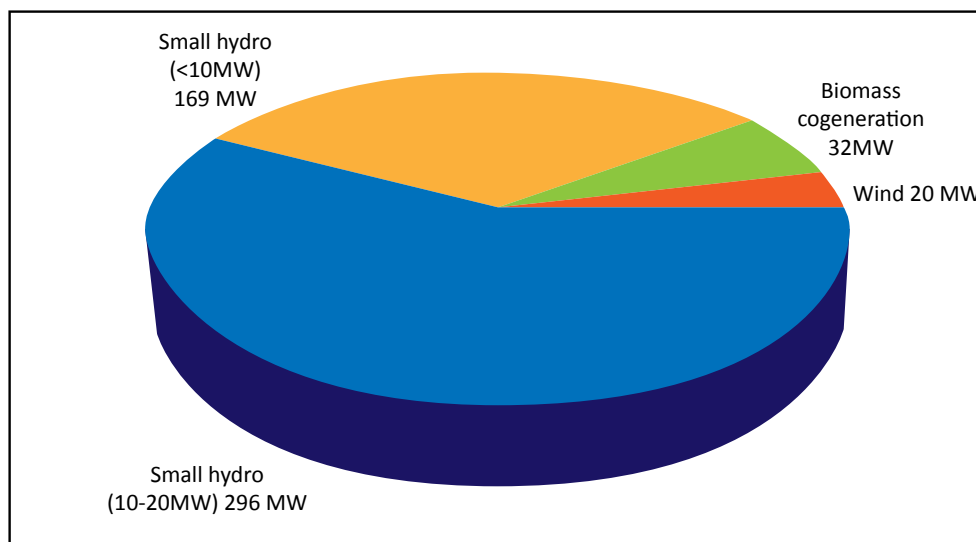
En el marco normativo colombiano, según la definición establecida en la Ley 697 de 2001, son FNCE aquellas fuentes energéticas que se encuentran disponibles, pero que en el País no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. En este sentido, las energías renovables se encuentran en forma dispersa en la naturaleza, no son susceptibles de concentrarse como las energías convencionales, y favorecen un uso que está más al alcance de muchos y en condiciones sustancialmente más equitativas, y de mayor posibilidad de justicia social y ambiental (MME-UPME, 2007).

Las energías renovables han sustituido parcialmente a los combustibles fósiles y a la

energía nuclear en cuatro mercados distintos: generación de electricidad, aplicaciones térmicas (calor para procesos industriales, calefacción, refrigeración y producción de agua caliente en el sector doméstico), carburantes para transporte y servicios energéticos sin conexión a la red en el ámbito rural en los países en vías de desarrollo (André, de Castro, & Cerdá, 2012).

Además de los recursos fósiles con que cuenta Colombia, el país cuenta con un gran potencial en FNCE, representado principalmente por las fuentes hídricas, seguido del potencial en biomasa y eólico, como se aprecia en el gráfico 8.

Gráfico 8. Potencial en FNCE que posee Colombia



Fuente: (Mitsubishi ResearchInstituteInc, Universidad Nacional de Colombia and NumarkInc, 2010)

Colombia tiene muchas oportunidades para la aplicación de estrategias de investigación que resuelvan las problemáticas propias de su contexto, comenzando por políticas energéticas que no sólo respondan a la oferta de energía, sino también al desarrollo social, incluyendo la protección del medio ambiente. La implementación de la línea “Energía para el Futuro” es un aporte y apoyo muy importante que se hace en este sentido, pues permitirá la formación de niños y jóvenes conscientes tanto del potencial energético del país y de sus regiones como de las limitaciones y necesidades, pero al mismo tiempo capaces de proponer y de aportar soluciones propias acordes con la dinámicas mundiales.



ANEXO 2

IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTUALES CAMPOS TEMÁTICOS DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN ENERGÍA PARA EL PAÍS.

2.1. Identificación de temáticas energéticas en las Políticas Nacionales

Las políticas respecto al sector energético se han desarrollado de acuerdo con el contexto internacional frente a las problemáticas de disponibilidad de los recursos fósiles y los impactos ambientales que han generado su extracción.

En el ámbito internacional, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente desarrollada en la ciudad de Estocolmo en junio de 1972, fue la primera reunión que abordó el problema ambiental en un sentido global y sentó un precedente por la importancia de los principios que inscribió, los cuales sirvieron de base para decisiones judiciales y arbitrales en casos particulares.

Dos de los resultados más importantes de ésta fueron:

- La declaración de Estocolmo con 26 principios.
- El plan de acción con más de cien recomendaciones.

En la declaración se destaca la protección y el mejoramiento del medio humano como aspecto fundamental para el bienestar de los pueblos y el desarrollo económico del mundo entero.

El principio 21 hace referencia al derecho que tienen los estados de “explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental”, teniendo en cuenta la obligación de realizar las actividades con un control que evite el perjuicio a otros estados o zonas situadas fuera de su jurisdicción.

En 1983, la Comisión Mundial sobre el Ambiente y el Desarrollo, con el denominado informe Brundtland, hizo notar el deterioro de la situación del planeta y el aumento de la pobreza en el mundo, y propuso trabajar en la dirección de un “desarrollo sostenible”, definiéndolo como “el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”.

Según el concepto de desarrollo sostenible, se hace necesario un uso racional de los

recursos naturales y la renuncia a una técnica agresiva y devastadora. Se requiere, un cambio profundo en las costumbres humanas, para llegar a asumir nuevos modos de vida.

Posteriormente, en junio del año 1992, en la ciudad brasileña de Río de Janeiro, tuvo lugar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio Ambiente y Desarrollo, en la que se firmó la Declaración de Río Sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Esta retomó el principio 21 de Estocolmo, con la única modificación en la mención del derecho soberano de los Estados de “aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo”.

El programa de acción que los estados aprobaron en la Cumbre de Río se denominó la Agenda 21. Sus objetivos principales buscan integrar las problemáticas ambientales y del desarrollo, satisfacer las necesidades humanas básicas, conseguir una mayor protección y una mejor gestión de los ecosistemas, logrando así un futuro más seguro y próspero.

En diciembre de 1997 se firmó el protocolo de Kioto; éste fijó cuotas de reducción de las emisiones de gases que producen el efecto invernadero para cada país, con el objeto de lograr, para el período 2008-2012, una reducción global del 5 % de las mismas con respecto al nivel de 1990. Para alcanzar este objetivo, el protocolo proponía políticas y procedimientos como establecer un cierto grado de flexibilidad para el cumplimiento de los compromisos del protocolo por parte de los países que están en transición a una economía de mercado. Dicho protocolo ofrecía un “mecanismo para un desarrollo limpio”, que pretendía fomentar la cooperación internacional y facilitar el cumplimiento de los compromisos. De igual forma estableció la obligación de terminar progresivamente con la emisión de gases tóxicos, es decir, modificar de raíz la producción de energía para evitar las emisiones de dióxido de carbono y el calentamiento global.

Entre el 26 de agosto y el 4 de septiembre del año 2002, tuvo lugar en la ciudad de Johannesburgo, Sudáfrica, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, conocida como “Río + 10”. Esta cumbre sirvió también para definir nuevas metas y adoptar otras medidas con el fin de renovar el compromiso global con el desarrollo sostenible.

Los objetivos perseguidos por la cumbre fueron: lograr que la globalización contribuyera al desarrollo sostenible; erradicar la pobreza y elevar el nivel de vida en las zonas rurales y urbanas; cambiar los patrones no sostenibles de producción y de consumo, consiguiendo una eficiencia energética cuatro veces mayor en las próximas

dos o tres décadas; mejorar la salud por medio del acceso al agua potable, segura y a precios módicos; proporcionar acceso a la energía y mejorar la eficiencia energética mediante el desarrollo y la utilización de tecnologías energéticas más eficientes y el cambio de los actuales patrones insostenibles de consumo de energía; mejorar la gestión del suministro de agua potable y lograr una distribución más equitativa de los recursos acuíferos; proporcionar recursos financieros para el desarrollo a través del incremento de la asistencia oficial y la inversión privada, así como la transferencia e intercambio de tecnologías ambientales sensatas; apoyar el desarrollo sostenible en África a través de nuevos programas que conduzcan al establecimiento de instituciones y sistemas que aborden cuestiones como el hambre, la salud, la protección del medio ambiente y la gestión de recursos; fortalecer la gobernabilidad internacional para generar el desarrollo sostenible.

Respecto a ampliar el acceso a la energía y aumentar la eficiencia y el uso de energías renovables, el compromiso fue difuso y sin metas de cuantificaciones específicas; sólo quedó el apoyo para África, respecto al aseguramiento de acceso a la energía dentro de 20 años, para un mínimo del 35% de la población.

Esta cumbre se caracterizó por el hecho de que Estados Unidos, Arabia Saudita, Japón, Canadá y Australia, abandonaron el centro de convenciones Sandton con la seguridad de haber protegido los intereses de sus compañías petroleras, por tanto la misma se reconoce como la oportunidad perdida para proporcionar energía a 2000 millones de personas en el planeta que no tienen acceso a servicios energéticos básicos, y como la barrera que impidió la revolución de las energías renovables, tan necesarias para combatir la pobreza y el cambio climático (Trucco, 2003).

En Colombia, la legislación ambiental ha tenido un importante desarrollo en las últimas tres décadas, en especial, a partir de la Convención de Estocolmo de 1972, cuyos principios se acogieron en el Código de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974). Éste se constituyó en uno de los primeros esfuerzos en Iberoamérica para expedir una normatividad integral sobre el medio ambiente.

Luego, en 1991, como fruto de la nueva Constitución Política colombiana, se redimensionó la protección medioambiental, elevándola a la categoría de derecho colectivo y dotándola de mecanismos de protección por parte de los ciudadanos, en particular, a través de las acciones populares o de grupo y, excepcionalmente, del uso de las acciones de tutela y de cumplimiento.

En desarrollo de los nuevos preceptos constitucionales, y de acuerdo con la Confe-

rencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo, de Río de Janeiro en 1992, se expidió la Ley 99 de 1993, que conformó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y creó el Ministerio del Medio Ambiente como su ente rector. Dentro de este marco, se creó el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), como una de las entidades que conforman el SINA. Su función principal es ser el ente científico y técnico encargado de hacer el levantamiento de la información ambiental y el seguimiento al estado de los recursos naturales que constituyen el patrimonio ambiental del país.

Como afirma Hildebrando Vélez Galeano en su libro *Ecología Política de la Energía ideas para el camino* (2006), citando a Morín, es necesario que frente a los temas de la energía, se profile una postura política coherente en el ámbito global, pero sobre todo el compromiso de construir una dinámica en torno a la soberanía energética, que apunte la construcción de sociedades sustentables, tanto en el orden nacional como sobre la Tierra Patria (Vélez Galeano, 2006).

Siendo el sector de la energía uno de los principales renglones que generan ingresos para el país, la expansión de éste es uno de los aspectos que aborda el plan de desarrollo, el cual incluye aprovechar el potencial energético del país, impulsando los subsectores de energía eléctrica, hidrocarburos y minería.

El Gobierno se ha enfocado en asegurar el abastecimiento energético interno en el mediano y largo plazo, cerciorándose de que todos los colombianos tengan acceso a las fuentes de energía requeridas para satisfacer sus necesidades. En cuanto al sector de hidrocarburos, éste ha crecido considerablemente en los últimos cuatro años, incorporando reservas por 1.381 megabarriles de petróleo (Mbbbl), y mostrando perspectivas de autosuficiencia hasta el año 2020.

El sector minero, ha atraído inversión en niveles elevados y consistentes en los últimos años. Estos logros son el resultado de una serie de ajustes y modificaciones a las políticas y en las regulaciones.

El plan contempla para el fortalecimiento, consolidación y expansión del sector eléctrico, acciones como: 1. Ajuste institucional del sector eléctrico; 2. Fortalecer el mercado de energía eléctrica, 3. Mejorar la cadena productiva para el crecimiento; 4. Proveer energía para el desarrollo de la población más vulnerable.

Respecto a las actividades de exploración de hidrocarburos y confiabilidad en los sistemas, con el aprovechamiento sostenible de los recursos, se pretende: 1. El fortalecimiento institucional, 2. El aprovechamiento de los recursos hidrocarburíferos;

3. Garantizar la expansión y el acceso a la infraestructura; 4. La ampliación y modernización de las refinerías y fortalecimiento de la cadena de distribución y comercialización de combustibles 5. Fortalecer la relación gobierno - industria y el desarrollo de servicios complementarios.

En cuanto al fortalecimiento institucional minero, para su desarrollo sostenible contempla: 1. Reforma institucional; 2. La búsqueda de una minería competitiva, responsable y productiva; 3. Ampliar el conocimiento del potencial minero y de los sistemas de información (Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2013).

Por otra parte, en el país se priorizaron, a través de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, las siguientes áreas de desarrollo: biotecnología, energía y recursos naturales, tecnologías de información y comunicaciones, materiales y electrónica, salud, diseño y creatividad, y logística, motivo por el cual la dirección de Capital Humano del Ministerio de Industria Comercio y Turismo (MICT) ha planteado iniciativas para el desarrollo del capital humano enfocadas en tres grandes temas (Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2013), a saber:

- Pertinencia educativa adecuada al contexto del sector productivo que contribuya sosteniblemente al desarrollo de su capital humano y que le permita incrementar su productividad.
- Formación especializada en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) que permita generar una visión transformadora a largo plazo en los sectores del Programa de Transformación Productiva (PTP).
- Bilingüismo con el objeto de aumentar la eficiencia y la productividad del talento humano en los distintos sectores.

Estas políticas de los entes gubernamentales hacen parte del Sistema de Formación de Capital Humano (SFCH) cuyos lineamientos pretenden: *“La formación de capital humano, basada en el mejoramiento de la calidad, la pertinencia y el desarrollo de las competencias, niños y niñas menores de 5 años vinculados a una educación inicial, con el desarrollo apropiado de las habilidades físicas, sociales, cognitivas y afectivas, básicas y ciudadanas, con un alto nivel de desarrollo de competencias básicas, suficiente para enfrentar los esquemas de formación de educación superior, de tal manera que la oferta a este nivel no tenga que retroceder para otorgar formación en estas competencias”* (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

La política para el fortalecimiento del desarrollo humano y el fomento de la productividad, orientado al desarrollo de los sectores, locomotoras y las áreas estratégicas definidas en el capítulo: Sectores basados en la innovación, sigue lo establecido por



el Documento CONPES 3674: Lineamientos para el Fortalecimiento del Sistema de Formación de Capital Humano.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) también incluye un número creciente de programas de formación de maestría y doctorado que permitan la realización de investigaciones que lleven al país a la frontera del conocimiento en áreas estratégicas para su desarrollo. Por lo cual se incrementarán los recursos para el Programa de Generación del Bicentenario con el fin de otorgar 1.000 becas doctorales al año, de las cuales al menos la mitad serán nacionales (Departamento Nacional de Planeación, 2011). En la tabla 2 se extraen los aspectos que contempla el PND respecto al sector de la energía.

Tabla 2. Algunos pilares del Plan de Desarrollo 2010-2014 del Gobierno Nacional que promueven la innovación, el desarrollo CT+I y el sector de la energía

PILARES DEL PLAN	ESTRATEGIAS PARA EL CRECIMIENTO ECONÓMICO SOSTENIBLE	LINEAMIENTOS ESTRATEGICOS GENERALES	LINEAMIENTOS ESTRATEGICOS ESPECÍFICOS
CRECIMIENTO SOSTENIBLE Y COMPETITIVIDAD	INNOVACIÓN PARA LA PROSPERIDAD	Conocimiento e innovación	
		Emprendimiento empresarial	Identificar, producir, difundir, usar e integrar el conocimiento para apoyar la transformación productiva
		Propiedad intelectual, instrumento de innovación	
		Promoción y protección de la competencia en los mercados	
	COMPETITIVIDAD Y CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD	Desarrollo de competencias y formalización para la prosperidad	Mejoramiento de la calidad de la Educación y desarrollo de competencias.
		Infraestructura para la competitividad	
		Apoyos transversales a la competitividad	
	LOCOMOTORAS PARA EL CRECIMIENTO Y LA GENERACIÓN DE EMPLEO	Nuevos sectores basados en la innovación	
		Agropecuaria y desarrollo rural	
		Infraestructura de transporte	
		Desarrollo minero y expansión energética	Fortalecimiento, consolidación y expansión del sector eléctrico Actividad exploratoria de hidrocarburos y confiabilidad en los sistemas, con aprovechamiento sostenible de los recursos



1. Desarrollo de nuevos productos y materiales con base en recursos mineros y energéticos:
 - Minería y petroquímica para el desarrollo agrícola con conocimiento y valor agregado.
 - Desarrollo de nuevos materiales a partir del beneficio de minerales con énfasis en sistemas de separación y procesos de refinación.
2. Mejoras en los procesos de producción y utilización de la energía:
 - Programa nacional de investigación e innovación en combustión de combustibles fósiles y de origen renovable: optimización de los usos finales de la energía térmica.
 - Programa nacional de investigación e innovación en optimización del uso de la energía eléctrica.
3. Carboquímica y procesos de agregación de valor al carbón.
4. Bienes, insumos e ingeniería para la producción y utilización de la electricidad.
5. Agroenergía: biocombustibles, biomasa y biogas.
6. Tecnologías para la exploración y explotación de recursos mineros y energéticos.
7. Política, mercados y regulación minero-energética con criterios de sostenibilidad.

Respecto a la promoción y fomento de la cultura ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación en la población infantil y juvenil colombiana, a través de la Investigación como Estrategia Pedagógica, COLCIENCIAS cuenta con el Programa Ondas, el mismo reconoce 4 dimensiones que los principales promotores del programa, los autores María Elena Manjarrés y Marco Raúl Mejía, destacan (Colciencias, 2009)

- Investigación como Estrategia Pedagógica.
- Desarrollo de procesos de investigación formativa.
- Fomento de la investigación en educación y pedagogía.
- Generación de procesos de investigación básica.

Ondas busca la promoción de la capacidad de asombro, el entrenamiento para la observación y el registro, las capacidades comunicativas, argumentativas, el uso de la razón y el desarrollo de las funciones complejas de pensamiento, por esto el programa promueve que los niños generen investigaciones donde proponen la solución de problemas de su entorno, naturales, sociales, económicos y culturales, y desarrollen capacidades y habilidades (cognoscitivas, sociales, valorativas, comunicativas, propositivas), que les permitan adquirir saberes para moverse en la realidad colombiana con responsabilidad social y ecológica (Colciencias, 2012).

2.2. Identificación de temáticas energéticas en los Planes de desarrollo de las entidades gubernamentales.

2.2.1. Ministerio de Minas y Energía (MME):

“Una sociedad “sostenible” en el sentido energético, debe proponerle a sus ciudadanos el desarrollo de prácticas de uso adecuado de la energía disponible, y esto se logra mediante procesos educativos al alcance de todos donde se expliquen los fundamentos de la energía, técnicas de ahorro, optimización de los recursos, uso de fuentes renovables, entre otros.” (MME-UPME, 2007). Los objetivos y temáticas que incluye el plan, se resumen en la tabla 3:

Tabla 3. Objetivos y Temáticas del Plan Energético Nacional, 2006-2015

OBJETIVO CENTRAL	OBJETIVOS PRICIPALES Y TEMÁTICAS TRANSVERSALES	FUENTE DE ENERGÍA	TEMÁTICAS
Maximizar la contribución del Sector Energético al desarrollo sostenible del País	OBJETIVO 1: Asegurar la disponibilidad y el pleno abastecimiento de los recursos energéticos para atender la demanda nacional y garantizar la sostenibilidad del sector energético en el largo plazo	Petróleo, Gas Natural; GLP; Carbón, Energía Eléctrica	Explotación y Producción, Transporte, Refinación, Generación, Transmisión, Distribución, Comercialización, Abastecimiento
	OBJETIVO 2: Consolidar la Integración Energética Regional		
	OBJETIVO 3: Consolidar esquemas de competencia en los mercados		
	OBJETIVO 4: Formación de precios de mercado de los energéticos que aseguren competitividad		
	OBJETIVO 5: Maximizar cobertura con desarrollo local		
	Tema Transversal 1: Fuentes no Convencionales - FNCE y Uso Racional de la Energía - URE	Petróleo, Gas Natural; GLP; Carbón, Energía Eléctrica y Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE)	PROURE, Políticas de calidad de los combustibles derivados del petróleo, Biocombustibles, Actualización del parque vehicular, Control de emisiones, MDL, Carbón limpio, Nuevos usos del GLP; Usos del gas y el carbón para combustible líquidos, celdas de combustible, Capitalización de ECOPEPETROL, Armonización de los marcos regulatorios, Participación del estado en las empresas del sector energético, Información de oportunidades de negocios, Capacitación al público y al usuario, Agenda educativa
	Tema Transversal 2: Medio ambiente y salud pública		
	Tema Transversal 3: Ciencia y tecnología		
	Tema Transversal 4: Marco institucional y normativo		
	Tema Transversal 5: Información, promoción y capacitación		

Fuente: (MME-UPME, 2007)

2.2.2. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME):

Ha desarrollado el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía – PROURE, que cuenta con una estrategia de educación y sensibilización, así como con el apoyo de alianzas interinstitucionales que fortalezcan y consoliden la cultura del uso eficiente de la energía, que es coherente con la implementación de la política energética y la política de producción y consumo sostenible. La tabla 4 resume las estrategias PROURE.

Tabla 4. Estrategias PROURE dirigidas a los diferentes públicos objetivo

PÚBLICO OBJETIVO	ESTRATEGIA
Usuarios	Campañas masivas de sensibilización, talleres regionales para fomentar la toma de decisiones de consumo responsable y los buenos hábitos de uso de aparatos eléctricos en el hogar.
Sector productivo (industria, pymes)	Gestión integral de energía en Centros Productivos, beneficios asociados a la productividad, competitividad y desempeño ambiental de los sectores. Formación de líderes, ejecución de pilotos y asesoría en la implementación del modelo de gestión.
Colegios (preescolar, básica primaria, secundaria)	Creación y apropiación de herramientas para la comunidad académica que permitan introducir, mediante la formación por proyectos, la temática de la energía, su uso eficiente y su relación con el ambiente. Formación de docentes y acompañamiento en PRAES.
Formación para el trabajo	Convenio nacional con el SENA para incorporar oferta de programas técnicos y tecnológicos que mejoren las competencias de los trabajadores para el diseño, instalación, operación y mantenimiento de nuevas tecnologías eficientes y limpias. Seminarios y talleres en diferentes regiones del país dirigidos a técnicos y profesionales del sector eléctrico.
Educación Superior	En asocio con universidades, centros de innovación y COLCIENCIAS, generar nuevos programas de formación de postgrado y fortalezcas en la formación profesional de pregrado. Ciclos de conferencias y seminarios especializados.

Fuente: (UPME)

2.2.3. Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas (IPSE)

El IPSE es un establecimiento público del orden nacional, adscrito al Ministerio de Minas y Energía, que ofrece soluciones energéticas estructurales en las comunidades rurales con criterios de eficacia, eficiencia y efectividad. Es la entidad que se encarga de ejecutar los lineamientos y las políticas del Ministerio de Minas y Energía, a través de los planes, programas y proyectos de infraestructura energética.



Sus objetivos institucionales tal como se presentan en la página de la institución son:

- Evaluar técnica y financieramente proyectos energéticos en el sector rural.
- Investigar y promover soluciones energéticas basadas en tecnologías convencionales y no convencionales.
- Realizar monitoreo y seguimiento a la prestación del servicio de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas.
- Mejorar la eficacia, la eficiencia y la efectividad de los procesos, minimizando los impactos ambientales y los riesgos ocupacionales del Sistema de Gestión Integral.
- Mejorar la satisfacción de las partes interesadas (clientes proveedores, contratistas, comunidad, organismos de control, visitantes) del IPSE.
- Desarrollar competencias esenciales procurando la seguridad e integridad de sus trabajadores y contratistas.

Para el logro de dichos objetivos, el IPSE cuenta con Centros especializados, 6 de ellos enfocados en temáticas de energía mediante la innovación, y 5 enfocados en temas del desarrollo de programas que favorezcan la equidad en las regiones. La tabla 5 presenta los centros especializados del IPSE.

Tabla 5. Centros Especializados del IPSE

CENTROS ESPECIALIZADOS DEL IPSE	
CENTROS DE INNOVACIÓN	CENTROS PARA LA EQUIDAD
Centro de Innovación con énfasis en combustibles líquidos y Gaseosos	Centro Nacional de Monitoreo
Centro de Innovación con énfasis en Agro energía	Centro de Gestión de Energía
Centro de Innovación con énfasis en Energía Hidráulica	Centro de Gestión Normativa
Centro de Innovación con énfasis en Biomasa	Centro de Innovación Administrativa
Centro de Innovación con énfasis en sistemas eólicos	Centro Ecológico y Cooperación
Centro de Innovación con énfasis en sistemas solares	

Fuente(IPSE)

2.2.4. Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)

Es la entidad del Estado, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, encargada de administrar y regular las reservas de hidrocarburos de Colombia, mediante el diseño, promoción, negociación, celebración, evaluación y seguimiento de los contratos de exploración y producción de las áreas que cuentan con recursos de gas y petróleo en el país (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2008). Dentro de sus objetivos estratégicos están:

- Generar de actividad económica
- Generar energía abundante y asequible.
- Generar recursos para el estado

Cuenta con una Política socio-ambiental, la cual, a su vez, incluye dentro de sus objetivos, armonizar los planes sectoriales con las políticas sociales, culturales y ambientales del país, así como fomentar la investigación e innovación en los temas ambientales, sociales y culturales relacionados con el desarrollo de la industria.

2.2.5. Ecopetrol

Surge como la Empresa Colombiana de Petr6leos encargada de administrar el recurso hidrocarburi6fero de la naci6n. En 2003, el gobierno colombiano reestructur6 la empresa, pasando a ser Ecopetrol S.A., una sociedad p6blica por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energ3a. Sus actividades est6n enfocadas en la explotaci6n, producci6n, transporte, refinaci6n y suministro del petr6leo, gas, petroqu3mica y combustibles alternativos. Tambi6n adelanta actividades de investigaci6n, desarrollo e innovaci6n a cargo del Instituto Colombiano del Petr6leo (ICP). El ICP tiene su sede en Piedecuesta, Santander, y cuenta con una de las m6s modernas y completas instalaciones de investigaci6n del pa3s: 20 laboratorios altamente especializados y 33 plantas piloto, donde se realiza la simulaci6n de los procesos a mayor escala. Trabaja bajo los m6ximos est6ndares de calidad internacional, con programas de repetibilidad y reproducibilidad desarrollados con m6s de 2000 laboratorios internacionales de Shell y ASTM (American Society for Testing and Materials). Ofrece pruebas de laboratorio que apoyan los procesos de refinaci6n y transporte de alta confiabilidad, pruebas que apoyan los procesos de optimizaci6n de la producci6n y procesos petrof3sicos de alta confiabilidad. La actividad cient3fica e investigativa en el ICP se evidencia en la generaci6n constante de productos tecnol6gicos que se materializan en m6todos, procesos, productos, equipos, herramientas y software, entre otros. Posee la biblioteca especializada m6s completa de la industria petrolera y de gas del pa3s (ECOPETROL, 2013).

La empresa trabaja en el desarrollo de proyectos e6licos, energ3a geot6rmica y en la utilizaci6n de las aguas a altas temperaturas que se encuentran cuando se explotan los pozos. En la parte de biocombustibles ya est6 operando un proyecto de biodiesel. Los 6ltimos proyectos publicados por la revista INNOVA, de Ecopetrol, en su edici6n N6 9, presentan un modelo matem6tico para anticipar el comportamiento de yacimientos de hidrocarburos no convencionales, una metodolog3a que permite evaluar la calidad del agua para descontaminarla y otra que determina los efectos de las fuerzas que actuar6n sobre los pozos en las profundidades del planeta. Adem6s, se

ha desarrollado una metodología que permite a ECOPETROL evaluar un insumo clave para la producción petrolera: los fluidos de perforación, mediante procedimientos de laboratorio que establecen su idoneidad frente a los requerimientos de los campos de la empresa y los avances en un proceso industrial que ha realizado un trabajo de dos años de investigación en simuladores y tres plantas piloto a diferentes escalas, éste tiene una propuesta de infraestructura industrial a gran escala para procesar crudos pesados (ECOPETROL, 2012).

Marco Regulatorio para el petróleo:

En la Tabla 6 se encuentra la normatividad relacionada con el manejo del petróleo:

Tabla 6. Marco regulatorio para el petróleo

NORMA	ARTICULOS	DESCRIPCIÓN
Constitución Política de Colombia	Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación
	Artículo 58	Se garantiza la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores
	Artículo 60	El Estado promoverá, de acuerdo con la ley, el acceso a la propiedad
	Artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de esos fines
	Artículo 80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución
	Artículo 332	El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes
	Artículo 333	La actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común. Para su ejercicio, nadie podrá exigir permisos previos ni requisitos, sin autorización de la ley
	Artículo 334	La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano
	Artículo 360	La ley determinará las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables así como los derechos de las entidades territoriales sobre los mismos
	Artículo 361	Con los ingresos provenientes de las regalías que no sean asignados a los departamentos y municipios, se creará un Fondo Nacional de Regalías cuyos recursos se destinarán a las entidades territoriales en los términos que

Ley Orgánica de Hidrocarburos		señale la ley. Estos fondos se aplicaran a la promoción de la minería, a la preservación del ambiente y a financiar proyectos regionales de inversión definidos como prioritarios en los planes de desarrollo de las respectivas entidades territoriales
	Artículo 365	Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional
	Artículo 367	La ley fijara las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, su cobertura, calidad y financiación, y el régimen tarifario que tendrá en cuenta además de los criterios de costos, los de solidaridad y redistribución de ingresos
	Ley 1230 de 1919	Por la cual se reglamentaron los contratos de concesión
	Ley 37 de 1931	Restableció el sistema de concesiones y reglamentó toda la materia sobre el petróleo. Sus decretos reglamentarios se recogieron en 1953 en lo que se conoce como el Código de Petróleos
	La Ley 10 de 1961	Modificó varios artículos del Código de Petróleos e introdujo nuevas reglamentaciones
	La Ley 20 de 1969	Reiteró el derecho del estado sobre el subsuelo y se autorizó a ECOPETROL, por delegación de la Nación, para celebrar contratos de exploración y producción
	Decreto-Ley 2310 de 1974,	Modificó los dos primeros artículos del código, reemplazando el sistema vigente hasta entonces de contratos de concesión por los de asociación, operación, de servicio o de cualquier otra naturaleza
	Ley 756, de 2002	Modificó el régimen de regalías y se estableció un sistema de regalías variables entre 5% y 25%, dependiendo de los promedios diarios de producción, con el argumento de que los campos pequeños no eran suficientemente atractivos, por lo cual era mejor tener regalías bajas
	Ley 681 de 2001	Declaró de acceso abierto a terceros el sistema de transporte de poliductos propiedad de ECOPETROL
Ley 812 de 2003	Definió que la cadena de distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, está compuesta por el refinador, el importador, el almacenador, el distribuidor mayorista, el distribuidor minorista, el transportador y el gran consumidor	
Ley 142 de Servicios Públicos	Estableció el régimen de los servicios públicos domiciliarios, del cual surgió la Comisión de Regulación de Energía y Gas-CREG y las normas que rigen a los subsectores del gas natural y del Gas Licuado de Petróleo (GLP) en cuanto a los precios del gas natural y del GLP, del transporte y de la distribución del gas natural y del GLP así como de aspectos técnicos referentes a la calidad	

Fuente: Los autores.

Marco Regulatorio para la Energías Renovables

Para impulsar el uso de las fuentes alternas de energía como la solar, eólica, pequeñas centrales hidroenergéticas y otras fuentes de energía, el Gobierno Colombiano ha expedido las siguientes regulaciones que se aprecian en la tabla 7:

Tabla 7. Marco legal colombiano para las Energías Renovables

LEY	DESCRIPCIÓN
Ley 143 de 1994	Establece el Uso Racional y Eficiente de la Energía. Promueve el ahorro de energía, su conservación y uso eficiente, como uno de los objetivos prioritarios en el desarrollo de las actividades del sector eléctrico.
Ley 164 de 1994	Aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992. Establece la importancia de desarrollar una política de alcance global para enfrentar los retos relacionados a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
Ley 629 de 2000	Aprobó el "Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático"
Ley 697 de 2001	Fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas. Declara que el Ministerio de Minas y Energía será el responsable de promover, organizar, y asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía. Crea el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales (PROURE)
Ley 788 de 2002	Exime durante quince años del impuesto a la renta las ventas de energía eléctrica generada a partir de biomasa, viento y residuos agrícolas, si se obtienen los certificados de reducción de emisiones de carbono previstos en el Protocolo de Kioto. Exime del Impuesto al Valor Agregado (IVA) la importación de maquinaria y equipos destinados al desarrollo de proyectos o actividades que sean exportadores de certificados de reducción de emisiones de carbono y que contribuyan a reducir la emisión de los GEI
Ley 693 de 2001	Dicta que las gasolinas que se utilicen en el país, tendrán que contener compuestos oxigenados tales como alcoholes carburantes.
Ley 939 de 2004	Se estimula la producción y comercialización de biocombustibles para uso en Motores diesel. Esos pueden ser de origen vegetal o animal en las calidades que establezcan el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Ley 788 de 2002 Reforma Tributaria	Declaró exento del IVA al alcohol carburante con destino a la mezcla con el combustible motor Se exoneró del pago del impuesto global y de la sobretasa al porcentaje de alcohol carburante que se mezcle con la gasolina motor
Ley 939 de 2004	Estimula la producción y comercialización de biocombustibles para uso en Motores diesel El biocombustible de origen vegetal o animal para uso en motores diesel de producción Nacional con destino a la mezcla con ACPM estará exento del impuesto a las ventas y del impuesto global al ACPM
Decreto 383 de 2007 Zonas francas	Se establecen estímulos para la implementación de zonas francas para proyectos agroindustriales en materia de biocombustibles

Fuente: Los autores.



Adicionalmente, se expidió el documento CONPES 3510 del 31 de Marzo de 2008, denominado: *Políticas de Estado sobre biocombustibles*.

2.1.6. Fondos Especiales del Gobierno

El gobierno, además, ha creado fondos especiales que financian programas y proyectos de energización, tanto en Zonas no Interconectadas (ZNI) como en Zonas Interconectadas. Estos son:

- FAER (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas), permite que los Entes Territoriales con el apoyo de las Empresas Prescriptoras del Servicio de Energía Eléctrica en la zona de influencia, sean los gestores de planes, programas y proyectos de inversión priorizados para la construcción e instalación de la nueva infraestructura eléctrica.

- FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas no Interconectadas), cuyo objetivo es financiar los planes, programas y proyectos de inversión en infraestructura energética en las zonas no interconectadas.

81

En el Plan de Ciencia Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Energía Sostenible en Colombia, desarrollado por KEMA-CENERGÍA a COLCIENCIAS en diciembre de 2012, se presenta una caracterización de Colombia en lo referente a las principales líneas de investigación, recursos humanos y capacidades, así como de las oportunidades que tiene el país en materia de FNCE y Eficiencia energética el estudio presenta una propuesta de priorización de proyectos que podrían desarrollarse en corto plazo, en relación con las FNCE, como los siguientes (Kema-Cenergia, 2012):

- Planta de generación térmica basada en el uso de los residuos urbanos.
- Gasificación de Biomasa.
- Biocombustibles sólidos densificados.
- Energía eólica de pequeña escala.
- Geotermia de baja entalpía.
- Mini-hidráulica de cabeza cero o muy baja cabeza (hidro-cinética).
- Sistemas híbridos para electrificación rural.
- Vigilancia tecnológica en almacenamiento de energía.

Respecto a la eficiencia energética, el estudio también identificó algunos tópicos prioritarios para adelantar proyectos tales como:

- Calderas de alta eficiencia.

- Sistemas de recuperación de calor de los gases de combustión.
- Sistema de secado-industrial.
- Lámparas LED.
- Motores de alta eficiencia.
- Sistemas de gestión de energía.

ANEXO 3

ESTADO DEL ARTE DE LAS CAPACIDADES NACIONALES DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN ENERGÍA Y ESTADO DE LA FORMACIÓN DOCTORAL

Antes de conocer cuáles son las capacidades nacionales frente a la formación de alto nivel es conveniente conocer cómo se ha dado el desarrollo de la educación en Colombia.

Durante la dominación Española (Siglo XVII), la educación era impartida por *Colegios Mayores, Seminarios y Educación Superior*, y tenían acceso a ella ciertos grupos sociales. Durante este periodo se vincularon materias de carácter científico o Ciencias Útiles en los programas de estudio, pero se prohibieron las nuevas teorías filosóficas que anunciaban la soberanía de los pueblos. En el periodo de La Gran Colombia, se entregó el control de la educación al Estado, se impuso la enseñanza del inglés y del francés en instituciones de nivel medio y alto, a la vez que se implementaron las escuelas de educación elemental, introduciendo el método Lankasteriano, caracterizado por tener una fuerte disciplina, severos castigos y por basarse en fundamentos memorísticos. Durante este mismo periodo la educación secundaria presentaba deficiencias de profesores idóneos y de presupuesto y la educación universitaria, estaba enfocada en la formación de las clases dirigentes.

En 1886, se aprueba la nueva constitución, la educación es reestructurada y se organiza de acuerdo con las normas de la religión católica, la cual se impuso como asignatura obligatoria; luego de la guerra de los mil días en 1902, muchos niños y niñas abandonaron la escuela, por lo cual se retomó el Decreto de 1872, el cual promulgaba que los estudiantes urbanos cursarían la primaria por 6 años y los de la zona rural por 3 años, creando así una educación de segunda categoría, establecimientos de condiciones precarias, bajos ingresos para los docentes y poco material para el trabajo educativo. La ley 56 de 1927 trajo una serie de transformaciones como la inspección escolar, la cual fue uno de los instrumentos más importantes para garantizar la transmisión, puesta en marcha y supervisión de las determinaciones oficiales. Durante la República Liberal (1930 – 1946), las reformas educativas incluyeron la reglamentación de la Ley 56 de 1927, se unificó la educación rural y la urbana, se crearon las Facultades de Educación y se aplicaron en la enseñanza primaria los métodos pedagógicos de la Escuela Activa europea. Entre 1938 y 1942 se impulsó la construcción escolar, se creó el Patronato Escolar para dar impulso a la educación popular y se intentó nacionalizar la educación primaria. Emerge la educación superior pública en la Universidad Nacional de Colombia, en la cual comienzan a agruparse las distintas facultades, escuelas e institutos de investigación, que para ese entonces se encontraban dispersas. Por su parte, la universidad privada también renace con

la reapertura de la Universidad Javeriana. Las instituciones de educación técnicas se fortalecen al contar con una dotación apropiada para su funcionamiento. Por otra parte, se da la profesionalización de docentes, surgen los colegios semi-escolarizados con la modalidad comercial. Posteriormente, en 1957, aparece el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, cuya formación de carácter teórico y a la vez práctico, se encargó de la preparación de mano de obra calificada y con vinculación inmediata a las empresas. Las reformas y las demás leyes hicieron que en los años 60 y 70 surgieran más colegios y universidades privadas con el fin de brindar una educación avanzada y en pro del desarrollo de la nación. A partir de las facultades tradicionales de Medicina, Derecho e Ingeniería, surgen carreras como: Enfermería, Comunicación Social, Filosofía y Humanidades, mientras que la Educación Superior Pública se encargó de ser la formadora de educadores y de oficios. En 1970, los colegios privados son la opción para los estratos medios y altos, por lo que el presidente Carlos Lleras Restrepo creó los Institutos de Educación Media y Diversificada INEM como una herramienta indispensable de la educación formal y encaminado hacia la formación de bachilleres técnicos. Durante los años 1980 y 1993 se dio inicio a la Educación para adultos, mediante el programa CAMINA (Campaña de Instrucción Nacional) promovido por el presidente Belisario Betancourt y fortalecido por su homólogo siguiente, Virgilio Barco Vargas. Además, con la vinculación de algunos medios de comunicación como la Radio y Televisión, surgió una alternativa educativa e instructiva para campesinos y personas de bajos recursos. En 1994 con la Ley 115 de 1994 Ley General de Educación, se establece que: *“El Servicio Público de la Educación cumple una función social acorde a las necesidades e intereses de la familia, personas y sociedad”*. Por la cual, se fundamentan los principios de la Constitución Política y el derecho a la educación que tiene toda persona, en las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación cátedra y en su carácter de servicio público. Por otro lado, la gran revolución de esta reforma educativa determinó a la educación en tres modalidades: Formal, no Formal e Informal. Además, la capacitación, preparación y escalafón de todos los docentes, entre otros temas que esta reforma trajo consigo y borró una tradición y fallas que venía presentando la Educación desde sus inicios (Alzate Herrera, 2009).

La educación colombiana aún está lejos de alcanzar los mejores resultados académicos y todavía existen diferencias significativas entre la educación pública y la privada, y la educación en las zonas urbanas y en las rurales, tal como lo evidencian los resultados de las pruebas SABER 11, del año 2012, en donde, tal como lo registró la revista Dinero: *“...los colegios privados, de jornada completa –o de la mañana–, del estrato socio-económico más alto y de ciudades como Bogotá, Cali y Medellín...”* obtuvieron los mejores puntajes, por otra parte sólo 80 colegios públicos, están en el ranking y el primero aparece en el puesto 115 (Revista Dinero, 2012).

Respecto a estos resultados, la publicación registra que los educadores coinciden respecto a que es fundamental “... crear un ambiente propicio para que el estudiante pueda desarrollar su potencial en los ámbitos académico y personal; es decir, que aprenda y sea feliz...” y agregan que para lograrlo no se requieren infraestructuras costosas, sino “... generar entornos estimulantes para el aprendizaje...”, por otro lado indican que “...la deficiencia en la preparación de los profesores de colegios públicos que, además, tienen una mayor carga laboral –atienden un elevado número de niños– es quizá el principal desafío” (Revista Dinero, 2012).

Es también preocupante el hecho de que los resultados de las pruebas SABER Pro, indican que los profesionales de carreras relacionadas con la educación son los que obtienen los resultados más bajos en las diferentes competencias que la prueba evalúa.

3.1. Instituciones que ofrecen formación en áreas relacionadas con energía y petróleo.

3.1.1. Institutos Técnicos Industriales e Institutos Técnicos Agropecuarios

El país cuenta con cerca de 100 establecimientos educativos a nivel de nacional que ofrecen educación Técnica en el área industrial, en su mayoría con modalidades, tales como mecánica, electricidad y electrónica, metalistería, soldadura y ebanistería. Estas instituciones se caracterizan por contar con espacios que incluyen talleres y laboratorios dotados con algunos equipos e instrumentos de medición que pueden ser utilizados en la enseñanza y práctica de la línea de energía. En la tabla 8 se discriminan según su carácter:

Tabla 8. Número de Instituciones de educación en el nivel de básica Secundaria y Media.

Carácter de los Institutos Técnicos Industriales	Cantidad
Institutos Técnicos Salesianos	16
Institutos Técnicos de la Salle	11
instituto Técnicos industriales a nivel departamental	20
instituto Técnicos industriales a nivel municipal	32
Institutos Técnicos pertenecientes al sistema público del distrito capital	14

Fuente: Los autores.



3.1.2. Instituciones Técnicas y Tecnológicas

Adscritas al Ministerio de Educación y a la red de Instituciones Técnicas y Tecnológicas se encuentran 12 instituciones que forman técnicos profesionales y tecnólogos en las áreas de ingeniería y de ciencias agropecuarias, ubicadas principalmente en la Costa Caribe, en la zona Andina y existiendo con menos oferta académica de éste tipo en los Llanos Orientales.

3.1.3. Instituciones Universitarias:

Según un estudio realizado para COLCIENCIAS en el año 2013, se encontró que los planes de estudio de las Instituciones Universitarias que ofrecen formación en carreras relacionadas con energía, se enfocan en la fundamentación básica, específicamente en asignaturas como mecánica de fluidos, termodinámica y transferencia de calor, en las cuales se trata en parte el tema de la eficiencia energética (Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación-COLCIENCIAS, 2012).

La tabla 9 presenta de manera general el número de instituciones de educación formal y no formal, a nivel nacional, que en la actualidad ofrecen programas autorizados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en los niveles de técnico laboral tecnólogo y profesional, y en áreas como la ingeniería, la energía y la minería.

Tabla 9. Cantidad y tipo de instituciones que ofrecen programas de formación en el campo de la energía.

Cantidad	Tipo de institución	Programa
18	Universidades e IES	Ingeniería Eléctrica
25	Universidades e IES	Ingeniería Mecánica y/o Mecatrónica
15	Universidades e IES	Ingeniería Química
4	Universidades e IES	Ingeniería de Petróleo
3	Universidad	Ingeniería de Minas
3	Universidad	Ingeniería Electromecánica
1	Universidad	Ingeniería en Energía
4	Universidades e IES	Tecnología en Electricidad
3	IES	Tecnología en electromecánica
1	IES	Tecnología en Gestión Eficiente De La Energía Eléctrica
1	SENA	Tecnología En Mantenimiento Electromecánico De Equipo Pesado



1	SENA	Tecnología En Mantenimiento En Sistemas Eléctricos Electrónicos E Instrumentos De Aeronaves
2	IES Y SENA	Tecnología En Electricidad Industrial
1	SENA	Tecnología En Supervisión De Redes De Distribución De Energía Eléctrica
1	ESCUELA NAVAL	Tecnología Naval En Electromecánica
2	IES	Técnico Profesional En Instalación De Redes Eléctricas
2	IES	Técnico Profesional en Minería
1	IES	Técnico Profesional en Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas Industriales Y Comerciales
1	IES	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
2	IES	Técnicos profesionales en Electromecánica

Fuente: Los autores, basados en datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES).

Es importante considerar que se cuenta además con los programas de educación no formal, especialmente liderados por el SENA y que están distribuidos en las distintas regiones del país, los cuales también ofrecen formación en el área de energía, tabla 10.

Tabla 10. Listado de Centros del Sena y programas ofertados en el área de Energía.

REGIONAL SENA	CENTRO	PROGRAMA
ATLÁNTICO	Centro Colombo Alemán	Electricidad Industrial Instalaciones eléctricas de baja tensión Instalaciones eléctricas para viviendas Mantenimiento de sistemas eléctricos
	Centro industrial y de aviación	Instalaciones eléctricas residenciales
BOLIVAR	Centro agroempresarial y minero	Técnico en gestión ambiental Tecnólogo en control ambiental
	Centro para la Industria petroquímica	Electricidad
GUAJIRA	Centro industrial y de Energías Alternativas	Técnico profesional en motores Diesel
SAN ANDRES	Centro de formación turística gente de mar y servicios	Técnico en instalación eléctrica
ANTIOQUIA	Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada	Técnico en manejo ambiental



CALDAS	Centro de procesos industriales	Técnico en instalaciones eléctricas de baja tensión Tecnólogo en mantenimiento eléctrico industrial
CUNDINAMARCA	Centro Industrial y desarrollo empresarial Soacha	Cableado estructurado
DISTRITO CAPITAL	Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones	Técnicos en construcción y montaje de instalaciones eléctricas Tecnólogo en Servicios y operaciones comerciales de energía eléctrica Tecnólogo supervisor de redes de distribución de energía eléctrica
HUILA	Centro de Gestión y desarrollo sostenible Colombiano	Instalaciones eléctricas residenciales Producción de Biocombustibles y alcohol
QUINDIO	Centro agroindustrial	Técnico profesional en gestión de recursos renovables Instalaciones eléctricas domiciliarias Servicio de instalaciones eléctricas
RISARALDA	Centro de atención al Sector Agropecuario	Gestión de recursos naturales Manejo ambiental
CHOCO	Centro de Recursos naturales, industria y biodiversidad	Gestión de recursos naturales
NARIÑO	Centro Internacional de producción limpia Lope	Sistemas de gestión ambiental
VALLE	Centro de Electricidad y Automatización industrial	Electricidad Industrial
CAQUETA	Centro Ambiental y Eco turístico del Nororiente amazónico	Técnico en instalaciones eléctricas de alta tensión
ARAUCA	Centro de gestión y desarrollo Agroindustrial	Instalación de sistemas fotovoltaicos Evaluación de Impacto Ambiental Electricidad Industrial Control ambiental Instalaciones eléctricas residenciales
CASANARE	Centro agroindustrial y fortalecimiento empresarial	Mantenimiento eléctrico industrial Gestión de Recursos Naturales Técnico en mantenimiento de motores de gasolina y gas Técnico en gestión de sistemas de manejo ambiental
GUAVIARE	Centro de Desarrollo Agroindustrial, turístico y tecnológico	Instalaciones eléctricas residenciales Construcción y mantenimiento de instalaciones eléctricas Recursos Naturales
META	Centro de industria y servicios	Construcción y montaje de instalaciones

Fuente: Los autores

3.2. Programas de formación a nivel de pregrados y postgrados en áreas relacionadas con energía y petróleo.

A nivel de posgrados existen 13 programas activos de los cuales dos son del nivel de doctorado y se dictan en la ciudad de Medellín. Hay tres programas de maestría, dos de ellos en Medellín y uno en Barranquilla. Hay 6 especializaciones en las ciudades de Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín y un diplomado que se ofrece

en Bogotá. La tabla 11 presenta los programas, las instituciones y las ciudades en las que se desarrollan.

En total, a 2010 se contaba con 12.930 investigadores en todas las áreas con algún nivel de posgrados, en todo el país (Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación-COLCIENCIAS, 2012).

Tabla 11. Programas de posgrado ofrecidos en el área de energía.

PROGRAMA	INSTITUCIÓN	CIUDAD
Doctorado en Ingeniería (Energía, Termodinámica)	Universidad de Antioquía	Medellín
Doctorado en sistemas energéticos	Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín
Doctorado en ingeniería ambiental	Universidad de Antioquía	Medellín
Doctorado en ingeniería.	Universidad Nacional	Bogotá
Doctorado en sistemas térmicos	Universidad Nacional	Medellín
Doctorado en ingeniería	Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín
Doctorado en ingeniería	Universidad Javeriana	Bogotá
Doctorado en Ingeniería (Sistemas Energéticos)	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Maestría en Ingeniería con énfasis en Gestión Energética	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Maestría en Sistemas Energéticos	Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín
Maestría en Gestión Energética Industrial	Instituto Tecnológico Metropolitano	Medellín
Especialización en Gestión Energética y Ambiental	Universidad de la Salle	Bogotá
Especialización en Gerencia de Recursos Energéticos	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Bucaramanga
Especialización en Fuentes Renovables de Energía	Corporación Universitaria de la Costa	Barranquilla
Especialización en Gestión energética Industrial	Instituto Tecnológico Metropolitano	Medellín
Especialización de Eficiencia Energética	Universidad Autónoma de Occidente	Cali
Especialización en Gestión Eficiente de la Energía	Universidad del Atlántico	Barranquilla
Diplomado en Biocombustibles y Energías Alternativas	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá

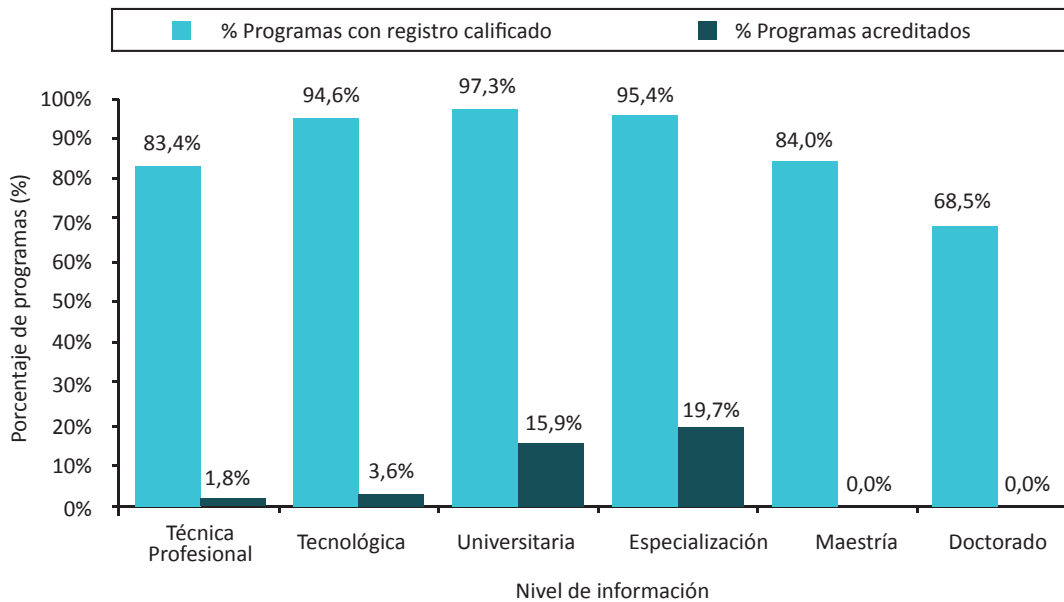
Fuente: Los autores

El informe presentado por el Ministerio de Minas y Energía (MME) sobre educación superior en el 2011, dejó ver que un alto porcentaje de programas tecnológicos, universitarios y de especialización, cuentan con registro calificado y en un menor porcentaje los programas del ciclo técnico. Sin embargo, el porcentaje respecto a la acreditación es muy bajo en todos los casos.



En lo referente a los programas de formación en el nivel de maestría y doctorado, sólo el 84% y 68,5%, respectivamente, cuentan con registro calificado y ninguno está acreditado, como se aprecia en el gráfico 9. Esta situación afecta directamente el nivel de competitividad del país, pues Colombia se encuentra en el puesto 60 entre 142 países en el pilar de educación superior y capacitación según datos del Foro Económico Mundial que estableció el Índice Global de Competitividad 2011 (Consejo Privado de Competitividad, 2011).

Gráfico 9. Programas con registro calificado y acreditación por nivel de formación a 2011.



Fuente: (Ministerio de Educación Nacional, 2011)

Para mejorar éste indicador, se requiere fortalecer los servicios de investigación y de capacitación en el país, indica el informe, como es el caso de Malasia, en donde el gobierno definió un agresivo plan de acción para la construcción de capacidades (capacitación corta) de su talento humano existente, el cual incluyó la repatriación de sus cerebros fugados y del personal especializado, así como una política migratoria que incentivara su estadía en el país y disminuyó los trámites de inmigración para atraer talento humano extranjero al país (Consejo Privado de Competitividad, 2011). Colombia ha adelantado estrategias como la de la Cancillería, denominada: “Colombia Nos Une”, que implementa la política migratoria (Conpes 3603 de 2009), y que ha logrado la identificación y la caracterización de cerca de 10.000 colombianos altamente calificados que residen en el exterior y que cuentan con formación en el

nivel de maestría (50%), universitaria (23%), doctorado (14%), postdoctorado (9%) y técnica (3%). Este informe también reveló que dicho capital humano, está interesado en ayudar al progreso y al desarrollo del país, pero no sabe de qué forma hacerlo, por lo cual son necesarios los mecanismos que permitan establecer vínculos entre esta población y los empresarios, universidades y demás instituciones (Consejo Privado de Competitividad, 2011).

3.3. Grupos de investigación que trabajan el área de la energía

3.3.1. Grupos en energías

En 1991 la Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación de COLCIENCIAS creó el Programa de Investigación en Energía y Minería (PIEM). Hasta el año 2011 COLCIENCIAS cofinanció un total de 53 proyectos en temas de FNCE y Eficiencia Energética, desarrollados por 72 grupos reconocidos, los cuales se concentran en su mayoría en Bogotá (27) y Antioquía (13) (Kema-Cenergia, 2012). Así, 107 grupos principales pertenecen al PIEM, de los cuales 36 se enfocan específicamente al área de energía, 22 a energías alternativas y 7 a eficiencia energética.

91

Con base en la información contenida en el portal del SCImago Journal & Country Rank, que incluye las revistas y los indicadores científicos de los países desarrollados a partir de la información contenida en la base de datos Scopus[®] (Elsevier BV), la mayor casa editorial de literatura científica del mundo, se puede evaluar y analizar las áreas científicas de cada país en el ámbito mundial y al interior del mismo. Para el caso de Colombia, específicamente en el área de Energía y FNCE, se observa que la producción científica en el país, es una de las más bajas a nivel nacional con sólo 55 documentos publicados entre el 2010 y 2011, comparada con áreas como la medicina con una producción de 1052; mientras que en el ámbito mundial, en el campo de la energía, durante el mismo periodo, Brasil ha generado 420, España 668, India 1179, Alemania 1312, Estados Unidos 4317 y China 8225, documentos publicados y citados (SCImago, 2007).

Respecto al ámbito mundial, en el campo de la energía, durante el mismo periodo, Brasil ha generado 420; España 668, India 1179, Alemania 1312, Estados Unidos 4317 y China 8225 documentos publicados y citados (SCImago, 2007).

De los documentos publicados en el campo de la energía y afines, en la tabla 12 presenta el número de documentos generados entre el 2005 y el 2011. Se evidencia un crecimiento importante en la generación de información y de nuevo conocimiento en el campo de la energía y afines a nivel nacional.

Tabla 12. Cantidad de documentos generados en los último seis años en áreas relacionadas con el sector energético en Colombia.

ÁREA EL CONOCIMIENTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Energía, Ingeniería y Potencia	2	5	9	6	10	20	26
Energía (misceláneos)	4	17	17	15	20	33	36
Tecnología de los combustibles	2	2	2	3	9	12	19
Energía Nuclear e Ingeniería	1	3	2	1	2	7	10
Ambiente, Sostenibilidad y Energías Renovables	1	3	5	3	9	18	18
Geoquímica y Petrología	6	5	4	9	15	13	12
Ingeniería Geotécnica y Geológica	3	7	11	12	16	7	14

Fuente: los autores, adaptado de (SCLmago, 2007)

COLCIENCIAS, junto con los grupos de investigación, el IPSE y gobiernos como los de Holanda, Reino Unido, Alemania, Japón, Rusia, Estados Unidos, España, Dinamarca, Suiza, Marruecos, India y Brasil, así como con recursos de las regalías, cuenta con 20 proyectos enfocados en el estudio y diagnóstico para la generación de energía a partir de FNCE. Por otra parte, se cuenta con una cartera de 40 proyectos enfocados en el desarrollo y mejoramiento de tecnología en el campo de la eficiencia energética que involucra sistemas de iluminación con lámparas LED, fluorescentes, sistemas de calefacción y refrigeración, motores, bombas, hornos de alta eficiencia, combustión, cogeneración, recuperación de gases, viviendas bioclimatizadas, que cuentan con la participación de grupos de Investigación, COLCIENCIAS, Fabricantes y empresas y se espera contar con la participación de los ministerios y de otras entidades públicas como los Ministerios de Minas y Energía, y de Industria y Comercio, la Unidad de Planeación Minero Energética y el SENA. (Kema-Cenergia, 2012).

Siguiendo a Kema-Cenergia (2012), las actividades de los grupos de investigación están enfocadas principalmente en:

- Evaluación y desempeño de los equipos y/o sistemas energéticos y propuestas de mejora en ellos.
- Desarrollo de nuevas metodologías o prácticas para mejorar la eficiencia energética.
- Desarrollo de productos nacionales que puedan tener un desempeño pareci-

- do al de los importados pero a bajo costo.
- Identificación de nichos de mercado local donde las tecnologías emergentes puedan suplir necesidades.
- Creación de productos nuevos.
- Gestión energética aplicando la norma ISO 50001.
- Sistemas de refrigeración pasiva y desarrollo e implementación de nuevos combustibles.

Se han identificado los sectores que cuentan con el mayor potencial, para el desarrollo de proyectos de investigación e innovación, en el campo de la Eficiencia Energética. Estos son en orden de mayor a menor a potencial (Kema-Cenergia, 2012):

- Sector industrial (79%): Industrias de producción de acero, cemento, papel, alimentos, extracción minera y de petróleo.
- Sector Residencial (10%).
- Sector Comercial (5%).
- Otros sectores (5%).

A continuación, en la tabla 13, se presentan las temáticas que se han identificado para adelantar proyectos de investigación en general e investigación a corto y mediano plazo.

Tabla 13. Temáticas para el desarrollo de investigación a corto y mediano plazo por sectores.

SECTOR	TEMÁTICA
Industrial	Redes inteligentes, Sistemas de gestión energética; Sustitución de fuentes de energía; Optimización de la energía eléctrica para fuerza; Optimización de sistemas de iluminación; Cogeneración, optimización de cadenas de frío; Optimización de la combustión; Optimización de sistemas de vapor (calderas).
Residencial	Diseño de viviendas con conceptos de sostenibilidad; Sustitución de fuentes energéticas; Calentamiento de agua; equipos de aire acondicionado; Equipos de refrigeración; Hornillas eficientes; Sistemas de Iluminación.



Comercial	Redes inteligentes, Sistemas de gestión energética; Sustitución de fuentes de energía; Equipos de aire acondicionado; Sistemas de refrigeración (neveras); Reingeniería en la edificaciones; Sistemas de iluminación eficiente.
------------------	---

Fuente: (Kema-Cenergia, 2012).

3.4. Capacidad en Infraestructura

3.4.1. Centros de Investigación, Innovación y Desarrollo.

En el campo de las energías Renovables en el país se han adelantado diversos proyectos por parte de centros de investigación, Universidades y empresas tanto públicas como privadas. La tabla 14 resume los proyectos adelantados de manera conjunta los últimos 30 años.

Tabla 14. Proyectos en Energías renovables adelantados en los últimos 30 años.

AÑO/PERIODO	TECNOLOGÍA / APLICACIÓN	INSTITUCIÓN
Década 80	Energía solar para el calentamiento de agua	Centro Las Gaviotas
Década 80	Energía solar fotovoltaica para telecomunicaciones rurales y estaciones satelitales terrenas	Telecom– Universidad Nacional
Segunda mitad década 80	Evaluación de Energías Renovables en la Costa Atlántica, desarrollo de proyectos piloto.	Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica, CORELCA, ICA, GTZ
Segunda mitad década 80	Proyectos piloto (calentadores solares, sistemas solares para electrificación rural, plantas de biogás, cultivos energéticos, PCHs.	Diversas instituciones y empresas
2004	Entrada en Operación del Parque Eólico de Jepirachi	EE.PP.M. con apoyo del programa TERNA administrado por la GTZ
2006	Programa de Biocombustibles. Bioetanol (Alcohol carburante)	Empresas privadas
2009	Programa de Biocombustibles - Biodiesel	Empresas privadas
2005-2010	Proyectos de FENR. El IPSE se encuentra desarrollando innovadores proyectos de ER	IPSE

Fuente: (OLADE, 2011)

Los centros de Investigación, Innovación y Desarrollo están reglamentados por las políticas del sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, y generalmente están conformados por varias instituciones universitarias, gubernamentales, e incluso empresas

o asociaciones gremiales, algunos de éstos centros se presentan en la tabla 15.

Tabla 15. Centros de Investigación, Innovación y Desarrollo enfocados en Energías Renovables.

CENTROS DE INVESTIGACION INNOVACIÓN Y DESARROLLO	INSTITUCIONES ASOCIADAS	REPRESENTANTE/DIRECTOR EJECUTIVO
Centro de Investigación en Desarrollo Sustentable y Cambio Climático – CIDESCAC		Edder Alexander Velandia Durán
Centro de Investigación e Innovación en Energía-CIEN	Universidad de Antioquía, Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Bolivariana, EPM, Instituto Tecnológico Metropolitano	
Centro de Innovación con énfasis en Agro energía.	IPSE	
Centro de Innovación con énfasis en Energía Hidráulica		
Centro de Innovación con énfasis en Biomasa.		
Centro de Innovación con énfasis en sistemas eólicos		
Centro de Innovación con énfasis en sistemas solares		
Centro de Gestión Energética		
Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción Limpia (CORPODIB)	Centro de desarrollo tecnológico cuyos miembros son: Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional (IBUN), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Instituto Nacional de Salud (INS), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Asociación Colombiana de Industrias Farmacéuticas (ASINFAR), Corporación de Investigaciones Biológicas (CIB), Bavaria S.A., Agrocon Ltda. Y Colinagro S.A.	David F. Cala Hederich

Fuente: los autores.

3.4.2. Laboratorios certificados

Según información registrada en la página de la Organización Nacional de Acreditación de Colombia, en la actualidad se cuenta con 24 laboratorios de calibración certificados en diferentes áreas relacionadas con la medición de propiedades de la energía o con equipos para su medición, y 25 laboratorios de ensayos certificados (Organización Nacional de Acreditación de Colombia, 2013). En su mayoría corresponde a empresas particulares, sólo dos universidades cuentan con laboratorios certificados en el campo de las energías, estas son la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Tecnológica de Pereira, ésta última se destaca por contar con 21 laboratorios certificados. Las empresas públicas de Medellín, el Pacífico y Caribe también cuentan con laboratorios de calibración certificados así como las centrales



eléctricas e hidroeléctricas de Caldas, Cauca, Norte de Santander y las electrificadoras de Santander, Caquetá y El Caribe. ECOPETROL también cuenta con laboratorios certificados tanto para la realización de pruebas de calibración, como para ensayos. En las tablas 15 y 16 se detallan las razones sociales de los laboratorios y las áreas en las que han sido certificados.

Tabla 16. Laboratorios de Calibración certificados

RAZÓN SOCIAL	ÁREAS ACREDITADAS
CAM COLOMBIA MULTISERVICIOS S.A.S. - CAM MULTISERVICIOS	MEDIDORES DE ENERGÍA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS S.A. E.S.P. - CHEC	MEDIDORES DE ENERGÍA
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL CAUCA S.A. E.S.P. - CEDELCA	MEDIDORES DE ENERGÍA
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P. - CENS	MEDIDORES DE ENERGÍA
CORPORACIÓN CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE GAS - CDT DE GAS	ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA MEDIDORES DE GAS PRESIÓN TEMPERATURA
COMPAÑÍA COLOMBIANA DE MEDIDORES TAVIRA S.A. COLTAVIRA	MEDIDORES DE AGUA MEDIDORES DE ENERGÍA
DIGITRON LTDA	ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA MEDIDORES DE ENERGÍA MEDIDORES DE ENERGÍA
ECOPETROL S.A. - INSTITUTO COLOMBIANO DE PETRÓLEO	MASA Y BALANZAS PRESIÓN TEMPERATURA
ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.	MEDIDORES DE ENERGÍA
ELECTRIFICADORA DEL CAQUETÁ S.A. E.S.P.	MEDIDORES DE ENERGÍA
ELECTRIFICADORA DEL CARIBE S.A. E.S.P. - ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.	ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA MEDIDORES DE ENERGÍA
ELGAMA SISTEMOS DE COLOMBIA S.A.S. - ELGSIS S.A.S.	ÁNGULO FACTOR DE DISTORSIÓN ARMÓNICA FRECUENCIA INTENSIDAD C.A. MEDIDORES DE ENERGÍA

EMPRESA DE ENERGÍA DEL PACÍFICO S.A. E.S.P. - EPSA E.S.P. EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPPM -	ALTA TENSIÓN MEDIDORES DE ENERGÍA MEDIDORES DE ENERGÍA MEDIDORES DE GAS VOLUMEN
GASES DEL CARIBE S.A. EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS - GASCARIBE S.A. E.S.P. HOSPIMEDICOS MEDELLIN S.A.	MEDIDORES DE GAS ENERGÍA FLUIDOS/CAUDAL MASA (INSTRUMENTOS DE PESAJE, MASA) POTENCIA PRESIÓN
INDUSTRIAS HACEB S.A. INPEL S.A. MEDIDORES TECNICA EQUIPOS S.A. C.I. - MTE	MEDIDORES DE GAS PRESIÓN ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA MEDIDORES DE ENERGÍA ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA
METROBIT LTDA. METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN METROCAL LTDA.	FUERZA (DEFORMACIÓN, FUERZA, COCIENTE DE TENSIÓN) INTENSIDAD C.A. MEDIDORES DE AGUA MEDIDORES DE ENERGÍA ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA TRANSFORMADORES ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA FLUIDOS MECÁNICA TEMPERATURA TEMPERATURA Y HUMEDAD
PROMIGAS S.A. E.S.P. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	MEDIDORES DE GAS PRESIÓN TEMPERATURA VOLUMEN ELECTRICIDAD ALTA FRECUENCIA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

CAPACIDAD
 ELECTRICIDAD CC Y BAJA FRECUENCIA
 ENERGÍA
 FRECUENCIA
 INTENSIDAD C.A.
 INTENSIDAD C.C.
 LONGITUD
 POTENCIA
 RESISTENCIA
 TEMPERATURA
 TENSIÓN C.A.
 PRESIÓN Y VACÍO
 VELOCIDAD DE FLUIDO
 TENSIÓN C.C.

Fuente: los autores

Tabla 17. Laboratorios de ensayos certificados

RAZÓN SOCIAL	ÁREA ACREDITADA
ANTEK S.A.	COMBUSTIBLES (CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL CRUDO)
ASEA BROWN BOVERI LTDA.	ACEITES LUBRICANTES TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRANSFORMADORES DE POTENCIA
AVE COLOMBIANA S.A.S.	ELECTRICOS /ELECTRONICOS (PRODUCTOS)
BIOCOMBUSTIBLES SOSTENIBLES DEL CARIBE S.A. - BIO S. C. S.A.	QUÍMICOS
CABLES DE ENERGÍA Y DE TELECOMUNICACIONES S.A. – CENTELSA-	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO QUÍMICOS
COMPAÑÍA NACIONAL DE METROLOGIA S.A.S. – CONAMET	ELÉCTRICOS / ELECTRÓNICOS (COMPONENTES)
CORPORACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SECTOR ELÉCTRICO – CIDET	APARATOS ELÉCTRICOS DE MEDIA Y AUXILIARES CABLES ELÉCTRICOS ELÉCTRICOS / ELECTRÓNICOS (COMPONENTES) ELÉCTRICOS /ELECTRÓNICOS



	(PRODUCTOS) FUSIBLES ELÉCTRICOS
DIGITRON LTDA	ELÉCTRICOS
ECODIESEL COLOMBIA S.A.	COMBUSTIBLES
ECOPETROL S.A. - GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA COORDINACIÓN DE INSPECCIÓN DE CALIDAD	ASFALTO COMBUSTIBLES PETROQUÍMICOS
ELGAMA SISTEMOS DE COLOMBIA S.A.S. - ELGSIS S.A.S. EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI EICE E.S.P. - EMCALI	EQUIPOS DE MEDIDA LUMINARIAS ELÉCTRICOS FÍSICOS QUÍMICOS
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. - EPPM -	AGUAS (FISICOQUÍMICO) CONCRETO (CIVIL) PRODUCTOS QUÍMICOS (QUÍMICA) TRANSFORMADORES
EXXONMOBIL DE COLOMBIA S.A.	COMBUSTIBLES
INSPECTORATE COLOMBIA LTDA INTERCONEXION ELECTRICA S.A E.S.P. - ISA E.S.P. MANUELITA S.A.	CARBÓN COMBUSTIBLES ACEITES Y LUBRICANTES PAPEL COMBUSTIBLES
MEDIDORES TECNICA EQUIPOS S.A. C.I. - MTE S.A. C.I.	ELÉCTRICOS
NEXANS COLOMBIA S.A. - NEXANS S.A.	AISLANTES ELÉCTRICOS CABLES ELÉCTRICOS ELÉCTRICOS FÍSICOS PLÁSTICOS (PRODUCTOS)
S.G.S. COLOMBIA S.A.	CARBÓN
SERVIMETERS S.A.	ELÉCTRICOS
SIEMENS S.A.	ELÉCTRICOS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE MEDELLÍN	ALIMENTOS CARBÓN COMBUSTIBLES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	ADN AGUAS POTABLES (ENVASADAS Y DE CONSUMO) CORROSIÓN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EQUIPOS ELECTROMEDICINA MECÁNICOS TÉRMICOS
------------------------------------	--

Fuente: los autores

De igual manera, las universidades cuentan con laboratorios que realizan pruebas y mediciones para la industria, como son los laboratorios de plantas térmicas, motores, combustión, transmisión de calor, los laboratorios de ingeniería química de la Universidad Nacional, los laboratorios de INGEOMINAS para materiales, el laboratorio de termodinámica de la Universidad Libre y otros. Algunos de ellos se aprecian en la tabla 18.

Tabla 18. Listado de laboratorios relacionados con energía, con que cuentan las instituciones de educación superior en Colombia.

INSTITUCIÓN	LABORATORIOS
Escuela Colombiana de Ingeniería	Laboratorio de Metrología Centro de Estudios de Energía Laboratorio de Hidráulica Laboratorio de Ingeniería Ambiental Laboratorio de electrónica Laboratorio de Energía Laboratorio de Motores de Combustión
Escuela de Ingeniería de Antioquia	Laboratorio de Ingeniería Ambiental
Fundación Universidad del Norte	Laboratorio Uso Racional de la Energía y preservación del Medio Ambiente
Pontificia Universidad Javeriana	Laboratorio de Electrónica
Unidad Central del Valle del Cauca	Laboratorio de electricidad y Electrónica
Universidad Antonio Nariño	Laboratorio de Ingeniería electrónica y biomédica
Universidad Autónoma de Bucaramanga	Laboratorio Integrado de Energías Renovables de Santander
Universidad Autónoma de Occidente	Laboratorio de Ingeniería Mecánica Laboratorio de Eficiencia Energética Laboratorio en Ingeniería Ambiental
Universidad Autónoma del Caribe	Laboratorio de controles y máquinas eléctricas Laboratorio de Térmicas
Universidad Central	Laboratorio de Diseño, Energía y Manufactura Laboratorio de eléctrica y electrónica industrial



Universidad de Antioquia	Laboratorio de energía alternativa Laboratorio de máquinas térmicas Laboratorio de Ingeniería Eléctrica
Universidad Pontificia Bolivariana	Laboratorio de Máquinas Eléctricas Laboratorio de Fundamentos de Mecánica
Universidad de Santander	Laboratorio de Geología y pavimentos
Universidad del Valle	Laboratorio Escuela de Ingeniería Eléctrica y electrónica Laboratorio de máquinas eléctricas
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Laboratorio de Química de Sistemas Heterogéneos Laboratorio de Energía de Reservorios
Universidad EAFIT	Laboratorio de Electrotécnica
Universidad Francisco de Paula Santander	Laboratorio de Máquinas Eléctricas Laboratorio de Topografía Laboratorio de Ingeniería de Carbones
Universidad Industrial de Santander	Laboratorio de Alta tensión Laboratorio de Máquinas Eléctricas Laboratorio de Circuitos y medidas Eléctricas Laboratorio de Plantas térmicas Laboratorio de Análisis Petrofísico
Universidad Libre – Bogotá	Laboratorio de Tratamiento de Aguas
Universidad Manuela Beltrán	Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica
Universidad Militar Nueva Granada	Laboratorio de Térmicas
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá	Laboratorio de ensayos eléctricos Laboratorio de máquinas eléctricas Laboratorio de mediciones eléctricas Laboratorio de ensayos termoeléctricos Laboratorio de metrología Laboratorio de Plantas térmicas y energías renovables
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín	Laboratorio de Ciencias de la energía Laboratorio de Carbones Laboratorio de Electricidad, Electrónica y Automatización Laboratorio de Geología física Laboratorio de máquinas y medidas eléctricas
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales	Laboratorio de electricidad y electrónica
Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira	Laboratorio de geología
Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia UPTC	Laboratorio de minas
Universidad Surcolombiana	Laboratorio de pruebas especiales
Universidad Tecnológica de Pereira	Laboratorio de Ciencias térmicas
Universidad Tecnológica del Chocó	Laboratorio de Aguas Laboratorio de Biotecnología y producción limpia

Fuente: los autores.

3.4.3. Capital humano con que se cuenta en términos de disponible según los programas relacionados con energía.

A la fecha se ha establecido para los sectores locomotoras, que del año 2001 al 2009, se graduaron 48.993 personas en Ingeniería Civil y Arquitectura –ambas relacionadas



con el sector de Infraestructura y vivienda—, 37.929 personas en diversos programas relacionados con el sector agropecuario. El sector minero cuenta con 49.162 graduados en programas de educación superior relacionados con su actividad en los diferentes niveles de formación y para apoyar la ciencia y la innovación el país cuenta con 669 personas con formación doctoral. (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

Según datos recientes encontrados en el Plan de Ciencia Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Energía Sustentable en Colombia presentado por KEMA-CENERGÍA a COLCIENCIAS en diciembre de 2012, el 43% de investigadores activos tienen el grado de maestría, solo el 26% del total de investigadores activos tiene título de doctorado y el 28% solo alcanzan el nivel de pregrado, al año 2010. En este mismo estudio se hace una proyección a 2020, del número de profesionales que se requieren para el desarrollo del Plan para FNCE y Eficiencia Energética, que requiere el país, el cual indica que en áreas básicas como química, física, matemáticas, ciencias térmicas, fluidos, materiales, potencia eléctrica, geología, agronomía y arquitectura se requieren 205 profesionales con grado de doctorado y 306 con maestría (Kema-Cenergía, 2012).

Con respecto a la actividad mineroenergética, los departamentos del Cesar, La Guajira, Casanare, Arauca y Santander, que cuentan con la extracción de carbón y el refinamiento del petróleo entre sus sectores productivos, requieren la formación de profesionales en programas como Ingeniería de Minas, Petróleo y afines. El sector minero-energético enfrenta grandes retos de investigación debido a temas relacionados con el cambio climático y el fortalecimiento de la tecnología y la innovación. Es por eso que los 507 programas relacionados con temas agrícolas, de desarrollo ambiental y rural integral en los diferentes niveles de formación, se proyectan como áreas de alto impacto. De ellos, 33 correspondientes al nivel técnico profesional, 170 al tecnológico, 217 al universitario, 58 al de especialización, 26 al de maestría, y 3 al de doctorado (Ministerio Nacional de Educación, 2012).

Según los indicadores de educación superior del Ministerio Nacional de Educación (MEN) con corte a marzo 18 de 2013, y que se aprecian en la tabla 19, se observa que la matrícula en los distintos niveles de educación ha crecido muy poco, y en el caso de los doctorados, ésta no ha mejorado notablemente en los últimos dos años, situación que es muy desfavorable para el desarrollo de los planes educativos y de gobierno (Ministerio de Educación Nacional, 2013).

Tabla 19. Matricula total según nivel de formación en Colombia: 2004-2012.

Nivel de Formación	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Técnica Profesional	120.320	136.509	171.362	205.586	223.062	185.322	93.014	82.406	78.942
Tecnológica	143.055	158.781	175.690	189.233	239.584	297.183	449.344	520.739	543.804
Universitaria	799.808	842.482	872.902	911.701	961.985	1.011.021	1.045.570	1.159.335	1.218.536
Especialización	39.893	45.970	47.506	40.866	44.706	54.904	60.358	80.563	81.339
Maestría	9.975	11.980	13.099	14.369	16.317	20.386	23.808	30.360	32.745
Doctorado	675	968	1.122	1.430	1.532	1.631	2.326	2.920	3.063
Total	1.113.726	1.196.690	1.281.681	1.363.185	1.487.186	1.570.447	1.674.420	1.876.323	1.958.429

Fuente: MEN – SNIES

3.5. Empresas del sector energético industrial

Las empresas de América Latina y las colombianas no se escapan. En lo referente al avance en el campo científico y tecnológico, se enfocan en la adquisición de maquinarias y de equipos, este aspecto contrasta con los países de la OCDE, en donde el sector empresarial dedica un alto porcentaje de sus ventas a ampliar el acervo de conocimientos y formular nuevas aplicaciones.

3.5.1. Empresas Públicas y Privadas.

El sector energético, cada vez incrementa más su participación en el PIB, por lo cual se constituye hoy día en uno de los ejes de las locomotoras que ha definido el Gobierno Nacional en la Ley 1450 de 2011, del Plan Nacional de Desarrollo. Este contribuye al fortalecimiento y crecimiento de la economía, generación de empleo y reducción de la pobreza.

Respecto al sector eléctrico de las empresas que participan en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), según datos a diciembre de 2009, se encuentra que el 31% de las empresas se clasifican como mixtas; un 63% son privadas y un 6% como oficiales (UPME, s.f.).

La tabla 20 muestra el número de empresas registradas y activas a 2013, según la actividad a la que se dedican en el sector de la energía eléctrica:



Tabla 20. Número de agentes registrados y vigentes por actividad

ACTIVIDAD	NÚMERO DE REGISTRADOS
Comercializadoras	42
Distribución comercial	15
Generación	11
Transmisión	4
Generación, Distribución, Comercialización	9
Generación, Transmisión, Distribución, Comercialización	4

Fuente: los autores, a partir de la información registrada en la CREG (CREG, 2013).

En el sector del petróleo, nueve compañías encabezan el listado de las empresas encargadas de la producción, entre ellas: ECOPEPETROL, PACIFIC RUBIALES, OCCIDENTAL, BP EXPLORATION, PETROMINERALES, PETROBRAS y otras, pero adicionalmente están las empresas que pertenecen al sector de bienes y servicios, concentrado principalmente en servicios relacionados con la perforación, el suministro de maquinaria y equipo, servicios de consultoría e ingeniería, servicios de geología y sísmica, entre otros. En Colombia existen aproximadamente 180 empresas dedicadas al suministro de Bienes y Servicios Petroleros de las cuales, 114 se dedican a la Prestación de Servicios; 84 son Nacionales y 30 son Extranjeras; 85 se dedican al Suministro de Bienes; 62 son Nacionales y 23 Extranjeras (Rodríguez Pinzón, 2012).

En el sector de los biocombustibles se han identificado seis proyectos funcionando en los departamentos del Valle y Meta, y seis en desarrollo en Santander, Quindío, Magdalena, Boyacá, Valle y Meta, para la producción de bioetanol y siete proyectos para la producción de Biodiesel en Magdalena, Cesar, Cundinamarca, Santander, Atlántico y Meta (PROEXPORT, 2010).

3.5.2. El modelo de Spin off.

El modelo de Spin off permite la creación de nuevas empresas con un alto componente investigativo, para lo cual se involucran a las universidades. En este modelo las universidades ayudan a transferir el conocimiento y la investigación científica al mundo empresarial, buscando su aplicación directa en los procesos productivos, incluso



en su comercialización. La Universidad de Medellín ha sido pionera en la implementación del modelo con Amitec, una empresa creada con la participación de profesores y estudiantes investigadores, para el desarrollo y comercialización de sistemas de gestión y medición remota de energía eléctrica, y compra del servicio mediante el esquema prepago. Las estadísticas internacionales indican, que el promedio de creación de un spin off en las universidades de Estados Unidos es de 2,9 empresas por universidad; en España el promedio es de 2,4 empresas, y en Europa es de 1,6 empresas por universidad.

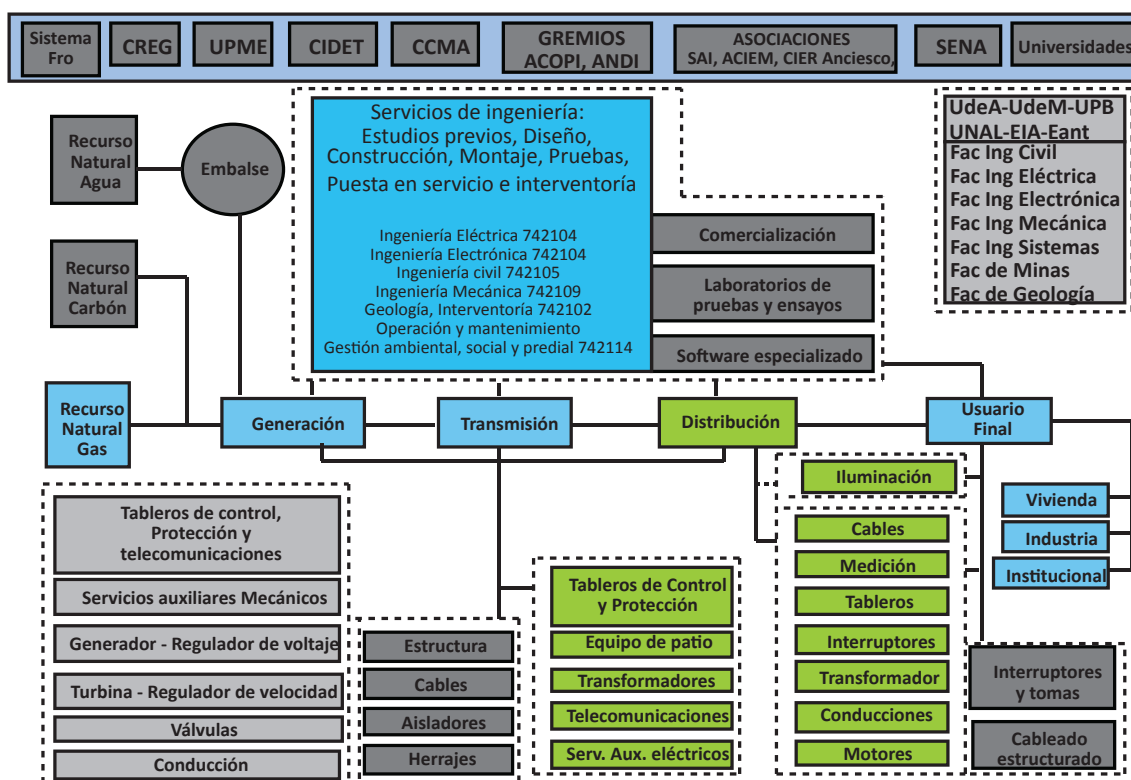
En Colombia la Universidad EAFIT tiene una iniciativa denominada Tecnologías Distritales Interactivas y en la Universidad de Antioquia hay otro spin off de servicios de alta tecnología para el sector eléctrico. Además, se organizó el comité Universidad-Empresa con la participación de grupos económicos como Suramericana, Argos, Nacional de Chocolates, Colinversiones y Bancolombia, así como la caja de compensación Comfama, que se unieron para crear el fondo Progresía Capital, enfocado en la financiación de nuevos proyectos que estén en camino de convertirse en realidad empresarial (Observatorio de la Universidad Colombiana, 2009).

3.5.3. Clúster

Se denomina Clúster al grupo de compañías asociadas que se caracterizan por estar geográficamente cerca, cuyas actividades corresponden a un sector industrial similar y que están unidas por tener actividades comunes y complementarias (Consejo Privado de Competitividad, s.f.).

En el país esta estrategia parte de estudios piloto a principio de los años noventa en Medellín, los cuales para el 2002, se van replicando a manera de aprendizaje compartido en Santander, y en el año 2007 se incluyen dentro de la política de apoyo a proyectos de innovación, parte de COLCIENCIAS. Así, el clúster en energía eléctrica en Antioquía surge como uno de los ejemplos pioneros. El gráfico 10 ilustra la organización e interacción de los diferentes sectores que lo integran (Sanín Posada, s.f.).

Gráfico 10. Esquema de interacción del clúster de Energía eléctrica de Antioquía.



Fuente:(Sanín Posada, s.f.)

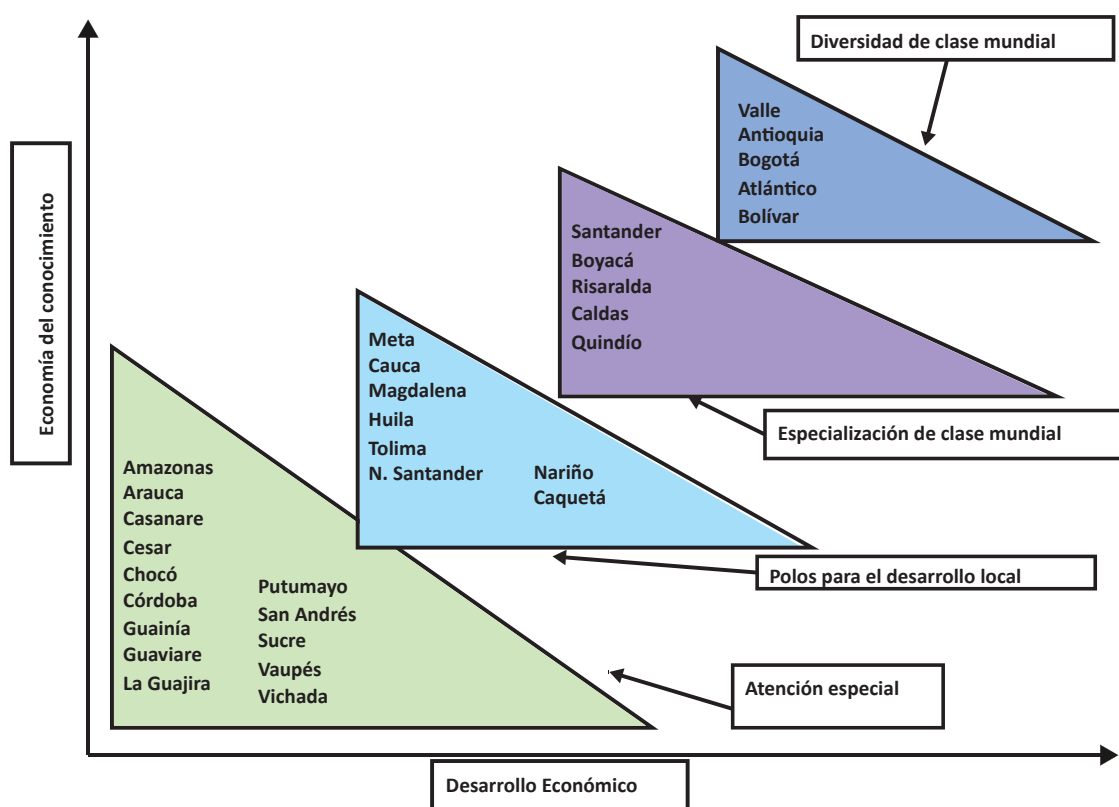
Otro caso representativo del sector energético, es el Clúster de Petróleo y Gas de Santander, este se caracteriza por contar con 434 empresas asociadas, correspondientes a los sectores de construcción (186); industria (147); servicios (77); comercio (24). De acuerdo con Jiménez Inocencio (2010), entre las acciones de corto plazo y con prioridades de 4 y 3, en escala de 1 a 5 se encuentran:

- Fomentar la investigación en las universidades, aplicada al Clúster, semilleros de investigación y mantener la integralidad entre clúster y semilleros.
- Fomentar la innovación enfocada a crear productos y servicios con valor agregado.
- Generar redes de cooperación Universidad-Empresa-Estado para la formación de talento humano y generación de proyectos de investigación aplicados al Clúster.
- Impulsar la creación de programas de formación científica en las necesidades de la cadena de valor.

El caso más reciente en el 2013, es la conformación del Clúster de energía en el suroccidente colombiano que agrupa al sector de energía eléctrica, bienes y servicios conexos de los departamentos del Valle, Cauca, Risaralda y Nariño. A este Clúster pertenecen centros de educación y de investigación como la Universidad del Valle, con el grupo de investigación en Alta Tensión - GRALTA, de la Facultad de Ingeniería y la Universidad Autónoma de Occidente, así como agentes de la Cadena como EPSA, CETSA, EmCali, Compañía Energética de Occidente, Ingenio Providencia e INCAUCA; empresas de servicios especializados como Gers; proveedores de bienes como Centelsa, Magnetron y Cobres de Colombia y un aliado estratégico como Asocaña (Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, 2013).

Los departamentos con avances o potencial en la conformación de clústeres del sector energético son Magdalena, Guajira, Cesar, Córdoba, Santander y Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Caldas, Valle, Cauca, Huila, pero dicho potencial está representado en empresas de diferentes sectores los cuales a su vez se encuentran en diversos niveles de competitividad, según el gráfico 11 (Consejo Privado de Competitividad, s.f.).

Gráfico 11: Competitividad subregional en Colombia



Fuente: (Consejo Privado de Competitividad, s.f.)



Los Clúster de servicios empresariales, servicios financieros, petróleo, gas, TIC, muebles, minería del carbón, han presentado crecimientos anuales de más del 10%, además exhiben un alto nivel de sofisticación, con gran capacidad para impulsar el desarrollo económico del país (Consejo Privado de Competitividad, s.f.).



ANEXO 4

ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LAS LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE INVESTIGACIÓN PARA EL PAÍS DE ACUERDO CON LA DINÁMICA MUNDIAL Y SU IMPACTO PARA LA FORMACIÓN AVANZADA.

En los países industrializados, existe un amplio consenso sobre las cuatro funciones fundamentales de la escuela:

- Transmisión de los conocimientos y de una cultura.
- Desarrollo de la personalidad de los niños, educación en los valores éticos y la ciudadanía.
- Preparación para una vida profesional (móvil e intercultural) y no únicamente en un trabajo preciso.
- Contribución a la igualdad de oportunidades (objetivo de equidad).

4.1. Campos temáticos de investigación en energías para el futuro

El Instituto Europeo para la Innovación y la tecnología cuenta con los Knowledge and Innovation Communities (KIC). Éstos reúnen a integrantes de los campos de la educación, la tecnología, la investigación, la empresa y el espíritu empresarial, con el fin de producir nuevos modelos de innovación que puedan ser replicables en diferentes comunidades. La misión de estas comunidades es incrementar el crecimiento sostenible y la competitividad de Europa mediante el refuerzo de las capacidades de innovación de la Unión Europea.

Algunos de los temas tratados en dichos KIC a nivel de maestría y doctorados son:

Lighthouse Innodriver

- Almacenamiento a presión de Hidrógeno Híbrido
- Exploración de la poligeneración
- Sistemas energéticos de la Agencia de Análisis
- Proceso y laboratorio vivo para la eficiencia energética de la industria

Energía a partir de combustibles químicos

- Demostración de la eficiencia de Biomasa. Uso para la Generación de Energía Verde y recuperación de nutrientes
- Demostración para las redes de gas inteligentes
- Los sistemas de combustión de combustible flexible para los biocombustibles

líquidos y gaseosos

- Conceptos de procesos de síntesis novedosas para productos químicos eficientes / producción de combustible a partir de biomasa
- Tecnologías gasificador ampliado

Convergencia sostenible de la energía nuclear y las fuentes renovables

- Sensor Innovador del Envejecimiento de materiales y pruebas de radiación
- Generador Termoeléctrico de Alta temperatura basado en la convergencia de procesos (HITTEG)
- Unidad Avanzada para la Combustión de Biomasa
- Gestión de la electricidad intermitente y Nuclear por Reactor electroquímico de alta eficiencia para la Valorización de CO₂ en Energías flexibles
- Electrolito de polímero nanocompuestos de avanzadas baterías de litio (PEN-LIB)
- Polvo basado en sustrato de celdas fotovoltaicas
- Energías renovables
- La encapsulación de dispositivos fotovoltaicos de película delgada flexible
- Test Station Offshore - fertilización cruzada de las energías renovables en alta mar a través de pruebas de prototipos en condiciones reales al mar (estación de prueba en alta mar)
- Habilitación del viento offshore (OFFWINDTECH)
- Medición offshore meteorología oceánica equipos de datos para viento, las olas y el almacenamiento térmico para plantas termosolares.

110

Tecnologías limpias del carbón

- Nuevos Materiales para Sistemas de Energía (NEWMAT)
- Desarrollo de una tecnología de gasificación de carbón para combustible de alta eficiencia y de la producción de energía (gas de carbón)
- Generación de energía multi-combustible para uso sostenible y eficiente del carbón (SECoal)
- Avanzado cerca emisiones de carbón de centrales eléctricas alimentadas cero (ACoPP) Resumen
- Integración de secuestro de CO₂ con tecnología EGOR-CO₂ (Gas mejorado y el método de recuperación de petróleo) (EGOR-CO₂)

Edificios y ciudades inteligentes y eficientes energéticamente

- Hacia la neutralidad energética de edificios y distritos energéticamente efi-

- cientes
- Los modelos de negocio y servicios de apoyo a la implantación de los vehículos eléctricos en las ciudades
- Almacenamiento de energía como parte necesaria de edificios energéticamente equilibrados y Distritos (almacenamiento de energía)
- Sub-estaciones activas (KIC-ASS)

Red Eléctrica Inteligente Europea y el almacenamiento eléctrico

- Redes inteligentes de los productores de energía a los consumidores (SMART POWER)
- Componentes de potencia controlable e inteligente
- Almacenamiento de energía eléctrica
- Las redes inteligentes de tecnología de materiales
- Soluciones TIC para las redes de distribución de activos y de interacción con los clientes.

Respecto a la prospectiva tecnológica de las energías alternativas se observa que para cada una de ellas existen diversas posibilidades. En cuanto a la metanización, se busca que se venda el gas purificado (hasta contenidos de metano cercanos al 100%) para inyectarlo directamente en la red de gas natural o como combustible de vehículos de transporte. Para el caso del bioetanol, se espera que aumente la producción de segunda generación de tal modo que la producción sea a partir de materia prima lignocelulósica, empleando procesos bioquímicos como la hidrólisis enzimática y la hidrólisis ácida o partir de procesos termoquímicos. En el caso de los biocarburantes sustitutivos del gasóleo, la segunda generación será a partir de la conversión de azúcares en sustitutivos del diésel o bien por un proceso de gasificación de la biomasa para luego aplicar un proceso Fisher-Tropsch. Las tecnologías a más largo plazo son las basadas en la producción a partir de algas. Para la tecnología solar térmica, se esperan mejoras en el proceso de fabricación y en el diseño de las instalaciones, así como en las tecnologías de los captadores, en los sistemas de acumulación, de bombeo y de intercambio. En especial las mejoras están dirigidas al diseño de las instalaciones y el desarrollo de soluciones de calor y frío. En relación con la tecnología de captadores, se prevé la desaparición del captador plano sin recubrimiento, la consolidación del captador con recubrimiento, y la entrada emergente del captador de tubo de vacío y del tubo de concentración. Para la generación de calor con geotérmicas se requiere mejorar el rendimiento y la eficiencia de la bomba de calor, así como mejoras en la transmisividad de las sondas geotérmicas y del relleno del sondeo de la eficiencia de las instalaciones y equipos y del comportamiento de los materiales. Respecto a las energías del mar, se requiere mejorar las simulaciones, de

tal forma que tanto la interacción del sistema con el medio, como la interacción entre las distintas piezas del sistema, permitan alcanzar los rendimientos que se espera de esta tecnología. Debe mejorarse también el proceso de instalación del cableado, la estandarización de los cables de conexión, el impacto de la corrosión en las partes móviles del sistema y el desarrollo de sistemas de baja fricción entre componentes (The Boston Consulting Group (BCG), 2011).

Para la tecnología fotovoltaica se busca un incremento en la eficiencia de los módulos a través del uso de la nanotecnología mediante el empleo de puntos cuánticos con materiales como diselenio de cobre e indio (CIS) o telurio de cadmio (CdTe); o a partir de la introducción de nuevos materiales (óxido de titanio (TiO_2); óxido de zinc (ZnO)), y materiales orgánicos, entre otros. También se trabaja en la utilización de materiales que permitan incorporar un número mayor de saltos en las bandas de frecuencia y de reducir las pérdidas asociadas a altos regímenes de radiación y utilización como el sulfuro de cadmio, diselenio de cobre e indio; así como aumentar la capacidad de absorción de determinados materiales a través de efectos ópticos, como en el TiO_2 (óxido de titanio) o los materiales orgánicos.

112

Respecto a la energía solar termoeléctrica, se trabaja en nuevos fluidos térmicos como sales fundidas, aceites capaces de funcionar a mayor temperatura; instalación para la generación directa de vapor - DSG (Direct Steam Generation), o uso de vapor como fluido térmico. Igualmente se realizan esfuerzos para lograr el desarrollo de sales fundentes sintéticas y el uso de espejos de aluminio de bajo costo y alta reflectividad. Las mejoras del sistema de heliostatos incluye heliostatos más pequeños, y autónomos, con células fotovoltaicas y de conexión sin hilos con el sistema de control (The Boston Consulting Group (BCG), 2011).

Respecto a la energía eólica, se requiere un aumento en el número de horas anuales equivalentes, para lo cual los cambios pueden estar en mayor longitud de las palas, optimización en su diseño, mayor altura de la torre, optimización de los sistemas de control, mejora en los sistemas de almacenaje masivo de energía. Para el aumento de la potencia eléctrica neta, las modificaciones se centran en la configuración de la generación eléctrica, facilidad de transporte, montaje y mantenimiento, materiales más resistentes y en menor cantidad, reducción de vibraciones. Para la Generación offshore, se requiere el desarrollo de cimentaciones y de cableado marino. También se realizan diseños alternativos, como generación eólica de media y micro potencia, así como una evolución del estándar en el modelo de aerogenerador.

En cuanto a Biomasa, se esperan plantas de gasificación de mayor escala, mayores rendimientos eléctricos y menores costos de inversión, así como calderas de bioma-

sa asociadas a motores Stirling. Respecto al biogás, se espera en el futuro la valorización de las plantas de biometanización mediante la venta del biogás purificado (hasta contenidos de metano cercanos al 100%) inyectándolo directamente en la red de gas natural o como combustible de vehículos de transporte. Respecto a los Residuos Sólidos Urbanos, la gasificación o la Pirólisis requieren desarrollo para bajar sus costos. Para los biocarburantes el desarrollo se centra en las plantas de bioetanol lignocelulósico. El segundo reto se centraría en el desarrollo de plantas de BTL (Biomass to Liquids) a escala comercial y costos competitivos. El tercer reto consiste en el desarrollo de algas como materia prima para la generación de sustitutos de diésel o gasolina. Por último, desde el punto de vista de usos de biocarburantes como el etanol o el biodiesel, es necesario el desarrollo de motores capaces de consumir mezclas con mayor cantidad de biocarburante. Un ejemplo exitoso al respecto, es el caso de Brasil (The Boston Consulting Group (BCG), 2011).

4.2. Europa (Alemania, Francia, Suecia, España)

La dependencia de las importaciones energéticas, los altos precios y el cambio climático representan amenazas reales para la futura prosperidad europea. Europa le apuesta a afrontar estos desafíos mediante la reducción de la demanda y el aumento del consumo a partir de fuentes energéticas nuevas y renovables. Para ello, Europa está invirtiendo en nuevas tecnologías y en educación hacia el desarrollo de un comportamiento más eficaz por parte del consumidor. Teniendo en cuenta los pronósticos de crecimiento, estas prácticas devolverían a la unión europea - EU-25 a su nivel de consumo de energía de 1990, lo que representa un ahorro de energía equivalente al consumo actual de Alemania y Finlandia juntas (Dirección General de Economía y Transporte. Comisión Europea, 2006).

El uso de iniciativas en las escuelas para promover la concienciación energética e inspirar cambios en el comportamiento está unido a muchos aspectos del programa educativo formal. Puede incorporarse a los cursos de ciencias humanas, sociales y físicas, así como a aspectos de la ética. Además, es un tema que se adapta al estudio práctico y al cálculo teórico, tiene una vertiente histórica destacada y proporciona un amplio margen para la interpretación artística, cultural y científica. También puede inspirar a los jóvenes e influir en su comunidad social más amplia a través de familia y amistades. (Dirección General de Economía y Transporte. Comisión Europea, 2006)

Alemania, Francia, Italia, España, entre otros han abordado la problemática energética desde dos frentes: uno relacionado con los programas de formación a todos los niveles sobre eficiencia energética y fuentes renovables de energía, y otro, desde las políticas y regulaciones. A continuación se presentan las acciones realizadas en cada



uno de dichos frentes.

Estrategias educativas

Los programas educativos que se han adelantado en los países de la Unión Europea se centran tanto en el perjuicio derivado del uso de la energía, como en el valor de estos recursos limitados. Buscan que la educación proporcione una base para la comprensión y anime a los estudiantes a que formulen sus propias propuestas y estrategias para solucionar los problemas energéticos de la sociedad; también es fundamental la concienciación de los estudiantes de todas las edades acerca del papel central de la energía en la vida moderna, cómo se produce, se transforma y se utiliza, además de las consecuencias de estos procesos. Los programas y los contenidos educativos se han concebido de manera coherente con las prioridades nacionales e internacionales, siguiendo el valor “*pensar globalmente, actuar localmente*”.

Existe un equilibrio entre la teoría y la práctica, en los diferentes proyectos desarrollados, a partir de estrategias pedagógicas como conferencias, demostraciones, formación práctica de capacidades, diseño y fabricación; dependiendo de los recursos y requisitos locales (Dirección General de Economía y Transporte. Comisión Europea, 2006).

Para los proyectos se tuvo en cuenta que el proceso de enseñanza-aprendizaje considerara dos planteamientos: modelos educativos y modelos psicológicos, basados en la teoría de la actitud. Los sistemas educativos de concienciación energética prevén diversas etapas. En un primer paso, se proporcionan conocimientos y aptitudes sobre la energía, para luego animar al joven a formarse sus propias opiniones sobre la misma.

Es importante resaltar la metodología de «aprendizaje basado en proyectos», donde los niños analizaron la situación, buscaron respuestas y proporcionaron soluciones. El método psicológico denominado «pedagogía del compromiso» también demostró su valor práctico, especialmente cuando el uso de la metodología va precedido por una buena preparación. Un ejemplo excelente de este planteamiento es el proyecto denominado «Force for Energy by Children» desarrollado en el marco del programa Altener. El profesor Joule describe así la clave de su éxito: “*Comunicación apropiada, no sólo es asegurarse de que el procedimiento prevea quién dice algo, a quién y por qué conducto, sino también debe haber una indicación clara de lo que el individuo puede hacer*”¹.

¹ Otros detalles del planteamiento del profesor Joule pueden encontrarse en su obra «Des intentions aux actes citoyens» Cerveau & Psycho, 7, pp. 12-17. Cerveau & Psycho, 7, pp. 12-17.

Otra herramienta útil en el proceso de enseñanza y aprendizaje que se incluyó para cambiar el comportamiento fue el humor. En Noruega, el humor es una base importante para el concepto.

Nacional Rainmakers. El concepto consiste en comprometer a los niños en su propio terreno, utilizando competencias, juegos y trabajo en equipo. Para encontrar respuestas y evitar una labor directa de educación se «insinúa» el aprendizaje mediante la acción. Para este fin se emprendieron una gama amplia de actividades, en la escuela y en clubes, así como en Internet y espacios dedicados a la energía en programas de televisión, incluido «el desafío energético» una serie de TV del tipo “reality” (Dirección General de Economía y Transporte. Comisión Europea, 2006).

Algunos de los proyectos desarrollados con sus características, patrocinadores y resultados, se presentan en la tabla 21.

Lecciones aprendidas:

- Una educación energética de alta calidad puede influir en el comportamiento doméstico para ahorrar energía.
- La educación energética debe considerarse como una herramienta primordial junto al asesoramiento energético y la comunicación en eficiencia energética en el momento de considerar las prioridades políticas y financiar programas.
- Cualquier programa educativo debe contar con recursos, formación y apoyo actualizado para los profesores, de modo que éstos se sientan confiados en la oferta apropiada de material de alto efecto.
- No se logrará el efecto del mensaje si los niños son tratados como receptores pasivos, si son «sermoneados» con una comunicación acelerada ofrecida por un adulto desconocido en la reunión de la mañana o en un grupo con un tutor.
- Los niños deben tratarse como responsables en materia de medioambiente por derecho propio.
- Los niños están abiertos a nuevas ideas y se interesan de manera natural por la exploración y la comprensión del mundo.
- Si se les proporcionan los recursos que les permitan evaluar la información, sopesar las pruebas y sacar sus propias conclusiones, identificarán las acciones apropiadas; acciones con las que se sientan identificados, estarán dispuestos a transmitirlos a otros.
- Una encuesta a escala europea sobre la rentabilidad de las iniciativas de ahorro de energía en la educación, organizada por *ManagEnergy*, mostró que la «acción práctica» o el trabajo experimental se consideran como el planteamiento más rentable.

Agentes principales que participan en las estrategias

En el entorno educativo formal de los niños y jóvenes se identifican los siguientes agentes:

- *Los niños y jóvenes.* Son el centro de atención del proceso en el momento de diseñar y aplicar un programa de educación energética.
- *Los profesores.* Son el canal principal de información e inspiración. Su entusiasmo es crucial para la implantación del conocimiento y la aceptación de nuevos valores. Se observó que la calidad de la enseñanza y la experiencia docente es superior cuando los profesores ajustan y afinan los materiales recibidos, en lugar de utilizarlos tal como vienen. En la medida en que el profesor interiorice el tema, el contenido será más duradero y habrán mayores probabilidades de que se repita.
- *Los responsables políticos educativos.* Su labor es desarrollar el marco apropiado que permita y promueva proyectos de educación sobre el ahorro de energía y el desarrollo de la concienciación.
- *Agencias energéticas regionales y locales.* Pueden proporcionar información, recursos y asesoría a las escuelas, además han desarrollado diversas iniciativas dirigidas a diversos niveles de enseñanza.

Tabla 21: Proyectos en educación energética desarrollados por diferentes países de la Unión Europea.

PAIS	IDEA	PROYECTO	AGENCIA PROMOTORA	RESULTADO	FUENTE
Alemania (ciudad Rathenow)	Gestión energética en las Escuelas	Construcción de un sistema fotovoltaico de 1 kW en las escuelas con la participación de estudiantes y profesores, como parte práctica del programa de estudios de física. Las células solares se conectan al suministro de electricidad escolar y pueden ahorrar a la escuela un promedio de 800 kW/hora al año. La producción diaria de los paneles fotovoltaicos es supervisada por ordenador y transmitida por internet a un instituto solar. Este intercambio de información mantiene conectadas a las escuelas implicadas en el proyecto.	La agencia energética de Rathenow	Nueve escuelas de Rathenow implicadas en el proyecto han mostrado una considerable reducción en el consumo de energía. Sensibilización mucho mayor de estudiantes y profesores sobre las cuestiones energéticas, tanto en la escuela como fuera del entorno educativo	http://www.rathenow.de/static/eprojekt/index.htm
Bélgica, Francia, Grecia, Italia, Portugal, Suecia y Reino Unido	«Force for Energy by Children» (FEE)	Se creó material de apoyo como libros de ejercicios y documentación, boletines de noticias sobre la energía y un sitio Internet (Rexnet) que permita el intercambio de información con escuelas de diversos países. El trabajo escolar se basaba en proyectos e incluían una fase inicial de información, seguida de una serie de visitas y ejercicios que permitió a los estudiantes crear sus propias opiniones, y finalmente la organización de una exposición pública. Los ejercicios incluyeron auditorías energéticas en los hogares y en las escuelas. Buscaba aumentar la concienciación sobre la energía renovable y el uso racional de la energía con niños escolarizados de edades comprendidas entre 10 y 14 años	Programa Altener	En Bélgica, la agencia energética de Bruselas tiene en marcha ahora un proyecto FEE de forma permanente apoyado por las autoridades locales, regionales y nacionales. Los niños asumieron claramente la responsabilidad de la concienciación energética y la comunicaron a sus familiares y amigos.	http://www.curbain.be/fee/
España	«Los recursos energéticos renovables en la escuela»	Buscó captar la imaginación y el interés de los jóvenes, presentándoles una perspectiva del estado actual de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro energético, los desafíos energéticos que afronta la sociedad y una visión optimista del futuro. Se diseñaron presentaciones para complementar el programa educativo, en especial las lecciones de ciencias, y eran adaptables según la edad de los alumnos. Durante las conferencias, los alumnos pudieron ponerse «manos a la obra» con diversos materiales de energía solar y todos los participantes recibieron un prospecto de información para compartirlo con familiares y amigos. Cada escuela participante recibió igualmente un catálogo que resume los resultados de «La campaña de despegue de la energía renovable en Europa». El proyecto, realizado en la primera mitad de 2003, estuvo dirigido a alumnos de primaria y secundaria con edades comprendidas entre 10 y 17 años.	Agencia energética de la extrema de la energía del sudoeste	El proyecto visitó diez escuelas y fue difundido entre casi 1.000 alumnos. Muchas escuelas están dispuestas a integrar los estudios energéticos en sus programas educativos y mostraron interés en instalar demostraciones de energía renovable.	http://www.dip-badajoz.es/dsostenible/eae/index.php



<p>Reino Unido</p>	<p>«La energía cuenta: la educación energética en el hogar»</p>	<p>Inclúa materiales de educación, formación y apoyo, destinados a profesores e impartidos por educadores locales especializados en temas de energía.</p> <p>El programa respondió a criterios específicos del programa de estudios nacional británico en ciencias y Geografía y se relacionaba con otras áreas del programa de estudios, incluida la educación para el desarrollo sostenible, la alfabetización, la capacidad de cálculo y la ciudadanía.</p>	<p>Centro para la Energía Sostenible (CSE).</p> <p>Fue impartida a cerca de 18.000 alumnos de 500 escuelas. Se constató que el 76 % de las familias de alumnos de las clases donde se impartió el programa habían mejorado su comportamiento en cuanto al ahorro de energía</p> <p>http://www.cse.org.uk/</p>
<p>Italia</p>	<p>The Italian job «La energía en la escuela»</p>	<p>Ofreció un paquete de lecciones a escuelas secundarias de la región. El sistema consistió en formar a tres comunicadores para llevar a cabo una presentación bien fundamentada con abundante documentación justificativa y apoyo audiovisual, con una duración de 90 minutos.</p> <p>Se pusieron a disposición de alumnos y profesores prospectos sobre el ahorro de energía y energías renovables, así como otros materiales de enseñanza y promoción.</p>	<p>Agencia per il Risparmio Energetico di Arcona</p> <p>Participaron alrededor de 700 alumnos y 50 profesores en 32 lecciones y 11 vistas de alumnos a una central edifica local.</p> <p>Se evaluó el proyecto a fondo, utilizando cuestionarios separados para estudiantes y profesores. Y se identificaron varias mejoras en términos de problemas organizativos y apoyos materiales.</p> <p>http://www.arenergia.it/</p>
<p>Polonia</p>	<p>«Autobús polaco de la energía»</p>	<p>Oferta de información a nivel local incluye diversas visualizaciones sobre la energía renovable, junto a material de apoyo para el consumo público.</p> <p>También cuenta con expertos técnicos para realizar talleres y seminarios destinados tanto a los profesionales como al público en general.</p> <p>La información sobre las vistas del autobús a las comunidades locales fue promovida mediante el uso de anuncios de televisión de 30 segundos</p>	<p>Agencia nacional polaca para el ahorro de la energía junto a una empresa y socios de Alemania y los Países Bajos.</p> <p>Ha visitado más de 200 municipios en Polonia y ha atraído a más de 50 000 visitantes. Ha organizado cerca de 35 seminarios y talleres sobre temas energéticos. Y ha participado en acontecimientos tales como la feria anual Poleko dedicada a la tecnología ambiental en Poznan.</p> <p>El análisis de los cuestionarios a los visitantes muestra que casi el 30 % intentó utilizar inmediatamente la información adquirida, mientras que el 56 % se propuso hacer uso de ella en el futuro. Además, la mayoría de los visitantes indicó que compartiría la información adquirida con amigos y familiares</p> <p>http://www.autobus-energetyczny.pl/</p>
<p>Irlanda</p>	<p>Programa de educación energética</p>	<p>En el 2003 durante la semana de concienciación energética nacional de Irlanda en 2003, se visitaron todas las escuelas de Navan, ciudad principal del condado de Meath, y se distribuyeron prospectos de promoción, en cada escuela se organizó un concurso y un juego basado en la energía.</p> <p>Se realizó una presentación sobre concienciación energética en una escuela.</p> <p>En el 2004 se organizó un concurso de carteles en todas las escuelas del condado de Meath y se realizaron talleres de concienciación energética en 27 escuelas primarias y tres escuelas secundarias. También se invitó a la MEMA a incorporar el «autobús Pfizer de la ciencia» en sus actividades. El autobús visitó varias escuelas y los alumnos pudieron participar en experimentos energéticos en el laboratorio del autobús.</p> <p>Otra actividad fue el fomento de las iniciativas llamadas «walking bus», que consisten en que los alumnos van juntos a la escuela a pie.</p>	<p>Meath Energy Management Agency (MEMA)</p> <p>Los alumnos realizaron encuestas sobre la energía como parte de su trabajo en el proyecto y los resultados consolidados han proporcionado a la MEMA y a la autoridad local un perfil útil del uso de la energía local y una perspectiva sobre la mejor manera de abordar las actividades de ahorro de energía. El concepto de «caminar juntos a la escuela» está funcionando ahora en diversas escuelas de Meath y ha aumentado el espíritu comunitario, además de reducir los atascos de tráfico y la contaminación.</p> <p>http://www.mema.ie/</p>

Fuente: los autores. Adaptado de EDUCACIÓN ENERGÉTICA: Enseñar a los futuros consumidores de energía (Dirección General de Economía y Transporte. Comisión Europea, 2006)

Aspectos a tener en cuenta

Existen varios factores que recomienda la experiencia europea al momento de desarrollar iniciativas de educación en energías, estos son: el nivel preexistente de conciencia energética, la edad, el sexo y la situación cultural de los alumnos. Se recomienda utilizar cuatro criterios de clasificación para el diseño de los proyectos o programas así: *grupo destinatario, nivel de educación, nivel de formación y modo de aprendizaje*.

Es importante recordar que existen los entornos exteriores a la escuela en donde también se puede impartir educación no formal. Estos espacios necesitan diversos mensajes y métodos para divulgar con eficacia una información similar. Los mensajes se pueden presentar de una manera más lúdica e implican agentes externos al entorno escolar como padres, trabajadores dedicados a la juventud, los medios de comunicación, sobre todo la televisión, entre otros (Dirección General de Economía y Transporte. Comisión Europea, 2006).

Políticas y regulación

Algunas políticas y estrategias gubernamentales implementadas en educación y en el sector energético, por algunos países europeos se presentan a continuación, tomando como ejemplo al sector educativo del sistema Alemán, son:

Alemania presenta un sistema de formación desde la primera infancia, enfocado al desarrollo de las capacidades potenciales del niño y del joven, buscando su preparación para la vida laboral, independiente de su opción formativa. Los niveles educativos se organizan como:

Preescolar: La formación en este país inicia a los 3 años si la familia así lo decide con la posibilidad de inscribir al niño en un *Kindergarten* donde recibirá la formación lúdica en preescolar durante 3 años.

Primaria: Este ciclo educativo se lleva a cabo en los centros educativos denominados *Grundschule* y tiene una duración de entre 4 y 6 años. A los 6 años el niño ingresa al primer año de primaria siendo este de modalidad presencial, donde dicha característica es obligatoria en cada uno de los estados federales. Durante este proceso los niños en compañía de sus profesores de primaria se forman con el objetivo de seleccionar la forma de continuar sus estudios. Las opciones de selección para la educación secundaria se distribuyen en tres tipos de centros: *Gymnasium, Realschule, Hauptschule*.



Nivel Secundario I: A los 10 años los niños empiezan su formación secundaria la cual se divide en: *Gymnasium, Realschule, Hauptschule*.

Hauptschule: Esta opción tiene un ciclo de estudios en un periodo de 5 a 6 años, y se focaliza en la preparación del estudiante para la vida profesional, recibiendo una formación práctica y metódica.

Realschule: Esta opción tiene un ciclo de estudios de 6 años y se encarga de proporcionar al estudiante una formación general de nivel intermedio en comparación con los otros dos modelos de formación. Este tipo de formación permite la iniciación en la formación para el trabajo, la industria y los servicios.

Gymnasium: Esta opción tiene un ciclo de estudios de 8 años y en su culminación es posible acceder a la educación superior. Al terminar este ciclo educativo los estudiantes reciben el diploma *Abitur* que les permite acceder a cualquier universidad europea sin necesidad de exámenes adicionales.

Nivel Universitario: En Alemania el gobierno garantiza la libertad de enseñanza y la investigación, lo que permite a los centros educativos gozar de varios derechos que les otorgan autonomía según los lineamientos de cada estado federal. Existen tres tipos de Universidades: Universidad, Universidad de Ciencias Aplicadas o Escuela Superior de Bellas Artes.

Universidad / Universität: Este tipo de universidades cuentan con aproximadamente 100 centros de estudios en el país, donde se imparten en mayor proporción conocimientos teóricos y metodológicos. Las disciplinas ofertadas comprenden Ciencias Naturales, Humanidades, Ciencias Sociales, Medicina así como Derecho y Economía. Los estudiantes pueden y deben determinar por sí mismos la mayor parte de sus estudios, especialmente en las humanidades, decidir a qué clases asisten o en qué cátedra se inscriben. En muchas carreras existe solamente un examen semestral, por lo tanto los estudiantes de las universidades tradicionales tienen que disponer de capacidades para el auto-aprendizaje, rigor académico y planificación en su programa de estudios.

El principal foco de interés de algunas universidades está centrado en la técnica y por eso se llaman Technische Universitäten (TU, universidades técnicas) o Technische Hochschulen (TH, escuelas superiores técnicas), aunque también se pueden cursar en ellas, cada vez más, estudios de las áreas de humanidades y ciencias sociales.



Todas estas universidades ofrecen la posibilidad de hacer un Doctorado en todas las áreas del conocimiento.

Universidad de Ciencias Aplicadas / Fachhochschule: La escuela superior de ciencias aplicadas permite la integración del estudio científico con la formación y orientación laboral. En Alemania hay alrededor de 160 universidades de este tipo, con planes de estudio y contenidos diseñados a la medida de las exigencias laborales del futuro. Ofrecen ventajas a estudiantes y futuros empleadores como orientación a una actividad concreta, planes de estudio fijos y más cortos que en la universidad. Los profesores son en general profesionales con experiencia, a menudo gerentes y ejecutivos que conocen a la perfección cuáles serán las exigencias que deberán enfrentar los estudiantes en su vida laboral. El sistema tiene esquemas flexibles e internacionales, otorgando a los estudiantes excelentes perspectivas de conseguir empleo en el mercado laboral.

Debido a que el enfoque de las universidades de ciencias aplicadas se dirige a la práctica y no a la investigación, este tipo de universidades no ofrece estudios de doctorado.

121

Escuela de Educación de Bellas Artes / Kunsthochschulen, Musikhochschulen: En Alemania hay aproximadamente 70 Escuelas Superiores de Bellas Artes, Cinematografía y Música. Por motivos de aptitudes especiales, los requisitos y los procesos de admisión se diferencian considerablemente de los de las universidades y Fachhochschulen, donde también se ofrece este tipo de estudios aunque por regla general con una orientación más científica y teórica que en las escuelas superiores de artes o de música.

Los Fundamentos de la Política sobre Energías Renovables se basan en tres pilares que son la Investigación y Desarrollo, el Desarrollo del Mercado y la Creación de Estructuras.

La Investigación y Desarrollo se han enfocado en el fortalecimiento de la capacidad para la investigación y el Desarrollo; la Estandarización, la Demostración y la Realización de proyectos piloto, y recibió entre 1989 y 1999 un apoyo de 1.500 millones de Euros.

Para el desarrollo del Mercado se pensó en crear demanda, instalaciones de manufactura, mercados abiertos, facilitar acceso al capital, aumentar expectativas; para lo cual se realizaron préstamos blandos por aproximadamente 4.000 millones de Euros



entre los años 1990 y 2000, y desarrollar la Ley de las Energías Renovables.

La Creación de Estructuras incluyó el Compromiso político, la Integración legal, la educación y la inclusión de Nuevos participantes. Esto se logró mediante el incremento de esfuerzos para desarrollar Códigos de construcción, así como el incremento al Acceso a la red (Sepco, 2001).

De acuerdo con Muller de Ceballos (1995), la universidad alemana de Humboldt se caracterizaba porque: 1) buscaba fines eminentemente científicos por encima de la docencia; 2) la ciencia constituía el fundamento de los procesos de formación profesional; 3) los propios creadores o investigadores eran los primeros encargados de la construcción, reconstrucción y enseñanza de los conocimientos; 4) la investigación se concebía en sí misma como un proceso pedagógico capaz de fomentar la honestidad, la objetividad y la tolerancia en el momento de enseñar; 5) “enseñar a aprender”, equivalía a un modelo de aprendizaje investigativo (Quintero-Corzo, Munévar-Molina, & Munévar-Quintero, 2008).

En el caso de Francia, este país ocupa el segundo lugar en el mundo, después de Suecia, en los criterios de desarrollo sostenible, pues tiene una de las cifras de emisiones de dióxido de carbono más bajas entre los países desarrollados; la proporción de energías renovables en el mix energético francés aumentó a 16.4% en 2012, el valor más alto registrado durante cinco años. Las energías con bajas emisiones de carbono representan el 51% del consumo de energía primaria en Francia, mientras que la energía nuclear representa el 42%. Según el informe de 2012 para el operador del sistema de transmisión de electricidad RTE de Francia (Réseau de Transport d'Électricité), el 75% proviene de la energía nuclear, el 11,8% de la energía hidroeléctrica, el 2,8% de la energía eólica, y el 0,7% de la energía solar fotovoltaica (Invest in France Agency, 2013).

De otra parte, en Suecia el suministro energético proviene en gran parte de fuentes renovables de energía; las hidroeléctricas y los biocombustibles suplen el 29 % de la energía. La electricidad se usa principalmente para los sectores residencial e industrial, este último con un 40% de consumo por parte de la industria de papel. La crisis de los años 70 trajo una fuerte tendencia hacia la energía nuclear. Hoy la demanda de electricidad es suplida por fuentes hídricas y nucleares, sin embargo el país ha decidido pasar a una fase sin energía nuclear, la pérdida de producción será compensada con nuevas fuentes y una reducción en el uso de la electricidad (Project Steering Group, 2010). Ya en los años noventa se realizaron reformas importantes relacionadas con impuestos a la generación de CO₂; desde 1996 Suecia cuenta con un mercado abierto a la competencia y en general las políticas estuvieron basadas en



inversión, tecnología, focos de investigación, tipos de incentivos y reestructuración de la generación de facilidades y mercados (Silveira, 2010).

En el contexto español, en el año 2010 las energías renovables han incrementado su participación en la matriz energética de esa nación hasta alcanzar el 13,2% de la energía final, lo que sitúa al país en la senda para alcanzar el objetivo europeo de que un 20% del consumo de la energía final sea de origen renovable en el año 2020. El desarrollo de las tecnologías renovables ha sido mayor en el ámbito eléctrico y en el año 2010 representaron el 32,3% de la generación total. Se destaca especialmente el papel desempeñado por la generación eólica e hidroeléctrica durante 2010, que por sí solas generaron el 14,6% y el 11,9% del total, respectivamente, casi el 81,7% de toda la producción eléctrica renovable (Fundación de Estudios sobre la Energía, 2010).

En cuanto a la educación en energía, los estudios indican que muchas de las actividades escolares se refieren a la descripción de fuentes de energía y de tipos de usos energéticos así como a los problemas asociados al consumo doméstico, tratando de descubrir la importancia de la energía en la vida diaria doméstica y tomar conciencia de la cantidad de aparatos eléctricos que se utilizan cotidianamente en el centro escolar y en casa. Identificar diferentes usos de la energía en las ciudades y en el centro escolar. Analizar los hábitos y comportamientos en el uso y consumo de la energía (calefacción y sistemas de iluminación).

Trabajar el ahorro energético y establecer criterios de uso de aparatos y de ahorro de energía eléctrica. Experimentar los beneficios y ventajas que conlleva la utilización de energías renovables a través de la construcción de diversos aparatos que funcionan con energía solar o eólica. Se estudian los medios de transporte utilizados por el estudiantado y el profesorado para acudir al centro escolar. Identificar los problemas de tráfico que pueden surgir en el contexto del centro escolar. Se trata de enseñar la importancia del papel de la energía en las diferentes sociedades, refiriéndose a ejemplos del pasado y del presente. Se busca evidenciar el paralelismo entre la evolución de las sociedades y la de sus técnicas y consumos energéticos.

También se muestra sobre qué conceptos teóricos y sobre qué procesos concretos está basado el suministro de energía a los organismos, la dependencia del hombre, para su supervivencia biológica, de los ecosistemas, sobre todo de los agrosistemas. Se resaltan las consecuencias, a largo plazo, de las acciones actuales, poniendo en evidencia así la obligación que se tiene para con las generaciones futuras. Se analizan las aplicaciones de la energía en las actividades cotidianas y se cuestionan los estereotipos sociales sobre su contribución al bienestar y desarrollo. Se investigan



las consecuencias que acarrea sobre el entorno la utilización de la energía en nuestra vida diaria, se busca analizar las medidas que podemos adoptar para contribuir a una utilización más racional de ésta. Estas temáticas se estudian con el fin de formar a los alumnos en la toma de conciencia del inminente final del petróleo barato, de cuáles pueden ser las medidas para afrontar esa situación y sobre qué criterios se deberán tener en cuenta para evaluar críticamente las medidas que se tomen (García, Rodríguez, Solís, & Ballenilla, 2007).

4.3. Asia (India, China, Malasia)

Aunque la población de la India es similar a la de China (1,2 mil millones), es sólo el quinto mayor consumidor de energía del mundo, detrás de Estados Unidos, China, Rusia y Japón.

La electricidad de la India proviene principalmente del carbón. Sin embargo, la India no tiene suficiente electricidad para todo el mundo, y sólo el 65 % de la población tiene acceso a la electricidad. En cambio, utiliza diversos tipos de combustibles en casa para iluminar y cocinar. En una encuesta realizada en 2004-2005 por el gobierno, se encontró que más del 40 % de la población rural utiliza querosene para la iluminación del hogar; para cocinar el 74 % de los indios utiliza leña y las astillas de madera, un 8,6 % utiliza Gas Licuado de Petróleo, el 9 % utiliza tortas de estiércol de segunda mano, y el 1,3 % de queroseno. India produce petróleo en el país, sin embargo la tasa de aumento del consumo de petróleo es muy superior a su producción. Por lo tanto, el país importa petróleo y sus proveedores más importantes en 2009 fueron Arabia Saudita, Irán, Kuwait, Iraq, los Emiratos Árabes Unidos, Nigeria, y Angola (Energy in the world most populated countries, 2013).

En cuanto a China, este es el país más poblado del mundo (1,23 mil millones de habitantes) y también el mayor consumidor de energía. Obtiene la mayor parte de su energía (71%), a partir del carbón, aunque en el año 2008, este país generó un 19 % de su energía a partir del petróleo. La dependencia del petróleo importado está creciendo mucho más rápidamente que la producción misma. Es así como China ha adquirido activos de petróleo en el Medio Oriente, Canadá y América Latina, y también lleva a cabo el intercambio de petróleo por créditos con otros países, por un valor de 90.000 millones de dólares desde el año 2009. Sólo una pequeña parte de la energía de China proviene del gas natural, de producción nacional e importado en forma licuada, por otra parte es el mayor consumidor mundial de energía hidroeléctrica, lo que representó el 6% de la energía y el 16 % de la electricidad en el año 2009, la energía nuclear por su parte, representa sólo el 1% del consumo total. Sin embargo, el gobierno de China predice que tendrá siete veces su capacidad nuclear actual para

el 2020 (Energy in the world most populated countries, 2013).

Desde el punto de vista educativo, se han realizado estudios, específicamente para Taiwan, acerca de la importancia de establecer un marco de referencia literario que apoye la educación en energía. El mismo surge a partir del evidente cambio climático y de los esfuerzos realizados por el gobierno para generar políticas energéticas, que fomenten el ahorro de energía y la reducción de emisiones, en este sentido, se ha evidenciado que estas medidas deben estar acompañadas de conocimiento por parte de los usuarios que incluye además de actitudes, valores y comportamientos. Es por eso que se propuso el desarrollo de un marco de alfabetización, el cual a su vez requería inicialmente de un soporte en literatura que respaldara este proceso. Comenzaron por revisar la literatura en alfabetización ambiental, posteriormente alfabetización en energía, y por último lo relacionado con el carbono. El marco para la alfabetización energética, que se construyó incluye las cuatro dimensiones: conceptos de energía, el razonamiento de los problemas energéticos, estilo de vida bajo en emisiones de carbono, y la responsabilidad cívica de una sociedad sostenible. Este marco fue analizado por un panel de profesores expertos en desarrollo curricular, enseñanza de las ciencias, así como en educación ambiental, quienes señalaron los aspectos más relevantes del marco de referencia presentado. Posteriormente, estos aspectos relevantes se presentaron a 20 maestros de escuela con reconocida experiencia en la enseñanza del plan de estudios correspondiente, para que evaluaran la pertinencia de los mismos para su aplicación en estudiantes K-12². Los resultados indicaron que el orden de prioridades para las dimensiones a desarrollar en la alfabetización en energías es la siguiente:

- La responsabilidad cívica de una sociedad sustentable
- El estilo de vida bajo en carbono
- Los conceptos de energía
- El razonamiento en cuestiones energéticas.

Para cada una de ellas se desarrollaron indicadores. En conclusión, la investigación encontró que el objetivo de la educación energética incluye, no sólo los aspectos cognitivos, sino también afectivos y conductuales. Para realizar una alfabetización precisa e iniciar cambios positivos relacionados con respecto a la conducta, con la energía, los educadores Taiwanenses deberán, basados en el marco de educación en energía desarrollado, aplicar estrategias innovadoras de enseñanza y evaluación. Se recomienda la adopción de un enfoque que integre, en los planes de estudio, cuestiones energéticas locales e internacionales. En el área de enseñanza de las ciencias,

²K-12 es la forma como se conoce en el ámbito internacional a los estudiantes que se encuentran en el ciclo educativo comprendido entre el kínder y el último año de secundaria.



los profesores deben familiarizarse con temas sociales para mejorar habilidades de los estudiantes en relación con el razonamiento y el pensamiento crítico. Según las respuestas de los maestros, el método de enseñanza basado en cuestiones podría fomentar habilidades de los estudiantes para aplicar los conocimientos aprendidos en la escuela, contextualizarlos y tratar temas relacionados con la energía (Chen, Huang, & Shiang-Yao, 2013).

Con respecto a Malasia, este país se ubica en el puesto 43 de mayor población en el mundo, con cerca de 27 millones de habitantes. Posee un sistema parlamentarista, fruto del legado del Imperio británico y cuenta con reservas de petróleo y especialmente de gas, producto del que actualmente es el décimo exportador mundial. El gas está siendo activamente explotado y encabeza el mix de generación eléctrica del país que se estructura de la siguiente manera: gas (53,2%), carbón (40,2%), recursos hidrológicos (5,2%) y petróleo (0,4%) y recientemente se añadieron las energías renovables como quinta fuente. No obstante, la contribución al total sigue siendo pequeña, menos del 1% en el año 2011, pero los objetivos gubernamentales la sitúan en un 5,5% en 2015. No hay energía nuclear en el país pero se está considerando su desarrollo en un futuro.

En Malasia, los cuatro tipos de energía renovable elegibles son la biomasa, el biogás, la mini hidráulica y la solar fotovoltaica. El potencial de la energía solar en el país es muy alto, según fuentes de KeTTHA, Ministerio de Energía, Tecnologías verdes y Agua, Malasia es el segundo mayor productor mundial de aceite de palma crudo. Malasia se ha marcado unos ambiciosos objetivos para el futuro hacia el incremento de la energía renovable, de los 50 MW actuales, a 2.000 MW en el año 2020. Así mismo se han desarrollado planes que promuevan la eficiencia energética, como impulsar el uso del transporte público y para la reducción de las emisiones de carbono, la National biofuel policy del 2005, que busca desarrollar el potencial del aceite de palma como biocombustible. En el sector de la construcción se destacan programas como Suria 1000 y el proyecto de la construcción de una ciudad sostenible, en Joint Venture con la compañía de los Emiratos Árabes Unidos, Masdar 19. Desde el sector privado se han producido importantes iniciativas, como la creación de Green Building Index: un índice para medir la eficiencia energética y respeto al medio ambiente de las construcciones, especialmente adaptado a las condiciones de los países tropicales. También se establece la creación de una National Green Technology Agency. Conseguir un entorno favorable para el desarrollo de las tecnologías verdes, introduciendo mecanismos económicos fiscales y financieros para ello, y promoviendo la inversión directa, tanto extranjera como doméstica, en el sector han sido las estrategias que el gobierno ha impulsado (Meré Marcos, 2012).

Entre sus políticas de gobierno predomina la calidad en la enseñanza y la formación integral de los niños, quienes constituirán el futuro recurso humano de su país. Realizan importantes inversiones en investigación a nivel estatal gracias a la acción del ministerio de educación. En este país la educación es una prioridad para los estamentos gubernamentales, es así como ha mantenido altos niveles de inversión en escolaridad después de su independencia, en 1980 fue el país con mayor porcentaje de inversión en educación primaria y secundaria, del mundo. En el año 2011 la inversión fue del 3,8% del GDP (Gross Domestic Product) o del 16% del gasto gubernamental total.

El modelo de educación en Malasia ha tenido un cambio radical desde 1957, en esta época solo el 6% de la población infantil tenía acceso a la escolaridad secundaria y tan solo el 1% a la educación superior. En el año 2011 el panorama fue totalmente diferente, un 94 % de los niños de Malasia tienen acceso a la educación primaria, 87% a la educación secundaria y un 78% de los jóvenes a la educación superior, mostrando así un incremento absoluto en la cobertura del sistema educativo.

El plan de estudios en Malasia se encarga de formar al estudiante integralmente, desarrollando sus capacidades intelectuales, espirituales, emocionales, y físicas, lo que constituye el eje fundamental de la Filosofía de Educación Nacional. Los diferentes programas manejan estructuras educativas en horario formal y clases extracurriculares, las cuales poseen un enfoque relevante en la formación de líderes en la comunidad desde la edad temprana.

Se cuenta con un énfasis importante en ciencias, matemáticas y lenguaje, al finalizar sus estudios, donde los jóvenes estudiantes terminan la escuela con buenos conocimientos en lectura, escritura y aritmética, además en aplicación y razonamiento, áreas que los profesionales en educación han destacado para la formación de estudiantes integrales.

El gobierno de Malasia cuenta con el MOE (Ministry of Education) encargado de la educación preescolar hasta la secundaria y con el MOHE (Ministry of Higher Education) a cargo de la educación superior. El sistema cuenta con diferentes ciclos de educación según las edades y decisiones de los estudiantes (Ministry of Education Malaysia, 2012).

Educación Preescolar: Este programa se implementó en 1992, con la puesta en marcha de 1131 aulas educativas para el nivel preescolar, la ley de Educación de 1996 establece los aspectos relevantes para la educación en la primera infancia con aspectos en educación preescolar, jardines infantiles, guarderías, programas de estudio



de preescolar, y la enseñanza del Islam, entre otros. El sistema establece acceso a este nivel escolar sin distinción de condiciones sociales, de género o por lugares de residencia. La edad comprendida para los niños de este ciclo educativo se encuentra entre los 4 a 6 años.

- El gobierno garantiza que los profesionales encargados de la educación preescolar tengan una formación en el campo de educación escolar, poseen condiciones físicas, equipos apropiados y de calidad. Este ciclo educativo tiene una duración de un año o más, antes de cursar el primer año, en donde se le permite al niño potencializar las aptitudes correspondientes al proceso de desarrollo, dominar las habilidades básicas y fomentar actitudes positivas para la escuela primaria.
- **Educación Primaria:** en este ciclo educativo se tiene una duración de 6 años, iniciando a la edad de 7 años. En este periodo se fortalecen las competencias en las áreas de escritura y aritmética, y se inicia la formación en ciencias, educación física, educación islámica y moral. Al terminar este ciclo los estudiantes deben presentar la prueba de Aprovechamiento de la Escuela Primaria – UPSR, que comprende la evaluación de las habilidades del estudiante en tres enfoques:
 - ☐ Lectura, escritura y comprensión del Bahasa Malaysia e Inglés
 - ☐ Dominio de actividades matemáticas
 - ☐ Dominio de conceptos científicos
- **Educación Secundaria:** Después de la presentación de la Prueba de Aprovechamiento de la Escuela Primaria, los estudiantes pueden continuar con la educación secundaria la cual consta de dos enfoques:
 - ☐ **Educación Secundaria Obligatoria:** Este enfoque comprende una serie de materias obligatorias y electivas que permiten dar continuidad al programa de formación que se dio en la educación primaria, tiene una duración de 3 años. Las materias obligatorias del programa comprenden: Malayo, Inglés, Ciencia, Historia, Geografía y Matemáticas. Las materias electivas comprenden: Educación Islámica, Moral, Habilidades para la vida: Economía Doméstica, Agricultura, Comercio y Empresa, y Habilidades de vida integrando lenguas europeas e idioma nativo.

Cuando concluye dicho ciclo educativo los estudiantes son evaluados mediante los exámenes de Evaluación para Secundaria Inferior PMR.

- ❑ **Educación Media Superior:** Cuando los estudiantes concluyen la Educación Secundaria Obligatoria, pueden optar por continuar el proceso de formación en el ciclo de Educación Media Superior que tiene una duración de 2 años. En este ciclo los estudiantes deben tomar 4 materias básicas como son: Bahasa Melayu, Inglés, Estudios Islámicos o Educación moral e histórica. Este ciclo educativo comprende tres corrientes principales:

Corriente Académica (Arte y Ciencia): Los estudiantes interesados en el enfoque de la ciencia podrán optar por Química, Biología, Física, Matemáticas, e Inglés para la ciencia y la tecnología.

Técnica y Profesional: Los estudiantes interesados en un énfasis técnico podrán seleccionar: Escuela de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Agricultura, Comercio, Gestión alimentaria, y estudios de ropa.

Flujo religioso: Los estudiantes que opten por el enfoque religioso recibirán seminarios religiosos en las instituciones destinadas para dicho propósito

- **Educación Post- secundaria:** Al culminar el ciclo anterior los estudiantes pueden optar por seguir 1 o 2 años más de educación post-secundaria, el cual corresponde a un curso preparatorio para la educación superior. Al cerrar este ciclo, el estudiante ha recibido doce años de educación gratuita y preparatoria para la universidad, y superarlo, implica alcanzar el requisito básico para entrar a un programa de licenciatura en las instituciones de educación superior.
- **Educación terciaria:** En el nivel de educación superior, el país cuenta con instituciones que brindan cursos de aprendizaje que conducen a los títulos de certificado, diploma, primer grado y calificaciones de grado superior. La duración del estudio para un programa básico de licenciatura es de 3 años y los cursos de estudio en este nivel son proporcionados y financiados por los sectores educativos públicos y privados, lo cual representa una importante atracción para estudiantes extranjeros.
 - ❑ *Instituciones de educación superior públicas:* Son las instituciones financiadas por el gobierno, por ejemplo, universidades públicas, escuelas politécnicas, colegios comunitarios e institutos de formación docente.
 - ❑ *Instituciones de educación superior privadas:* Son las instituciones financiadas por el sector privado, corresponden a las universidades, colegios universitarios, universidades del campus, sucursales extranjeras, y colegios privados.

4.4. África (Kenia, Nigeria)

Kenia no cuenta con reservas probadas de hidrocarburos, aunque en el año 2012 la base inglesa de Tullow hizo dos descubrimientos de petróleo notables. Actualmente, la compañía está evaluando la viabilidad comercial de sus hallazgos. Sin embargo, Kenia juega un papel importante como un país de tránsito en África Oriental, ya que los países vecinos dependen del petróleo crudo y de sus productos importados que pasan por el puerto de Mombasa, en donde se encuentra una de las mayores refinerías de petróleo del este de África, aunque normalmente funciona por debajo de su capacidad. En el año 2011, Kenia importó cerca de 33.000 bbl/d (barriles por día) de crudo de los Emiratos Árabes Unidos, a la vez que 51.000 bbl/d de productos refinados del petróleo. Este país cuenta con un sistema de tuberías que transporta los productos del petróleo de Mombasa a las zonas del interior y la mayoría de los productos importados y nacionales se venden en las principales ciudades del país y el resto se envía a los países vecinos en camiones. Según los últimos datos del Banco Mundial, al rededor del 16 % de la población de Kenia tiene acceso a la electricidad, a propósito, la generación de electricidad neta en el año 2010 fue 7300.000.000 (KW/h) en 2010, de los cuales 5,2 mil millones de KW/h se obtuvieron de fuentes renovables (hidroeléctrica, geotérmica, biomasa y eólica) y 2,2 millones de KW/h a partir del petróleo. La gran mayoría de la población depende de la biomasa tradicional y de los residuos, particularmente de la leña, para calentar y cocinar. Kenia es uno de los dos países (el otro es Etiopía) que producen energía geotérmica en África. En el año 2010, la geotérmica representó casi el 20 % de la generación total de electricidad de Kenia. El país tiene el potencial para producir 10.000 MW de electricidad geotérmica de propulsión, según la Compañía estatal de Desarrollo Geotérmico de Kenia (Energy in the world most populated countries, 2013).

Nigeria por su parte, es el país más poblado de África con 160 millones de habitantes, y es mundialmente famosa por su petróleo, cuya parte mayoritaria se exporta y se vende a grandes compañías petroleras extranjeras como la Royal Dutch Shell, Exxon Mobil, Chevron, Conoco Phillips, Petrobras y Statoil. Aproximadamente el 65 % de los ingresos del gobierno provienen del sector del petróleo y alrededor del 40 % de sus exportaciones de petróleo son enviadas a los Estados Unidos. Nigeria también posee las mayores reservas de gas natural en África. El extenso desarrollo de la industria petrolera ha causado estragos en la ecología del país. Los derrames de petróleo tienen el agua contaminada, lo que afecta la pesca y la agricultura. Gran parte del gas natural allí se quema en lugar de ser recogido y vendido como combustible. La combustión de los gases presentes durante la perforación y refinación del petróleo, resulta en la degradación del medio ambiente, aumento en emisiones de gases de efecto invernadero y la pérdida de ingresos. A pesar de que Nigeria es rica en com-

bustible fósil, sólo el 47 % de la población tiene acceso a la electricidad, y en el 2007 menos de una quinta parte de la energía en ese país proviene de petróleo y de gas natural, lo que refleja el uso generalizado de combustibles más tradicionales como la madera. De igual manera, en el año 2009 sólo se utilizó el 13 % del petróleo que produjo (Energy in the world most populated countries, 2013).

4.5. América Latina (México, Brasil, Chile, Argentina)

Estrategias educativas

Respecto al tema educativo, primero hay que decir que la enseñanza y promoción de las nuevas fuentes no convencionales de energía, no estaba considerada en la escuela tradicional ni en el currículo universitario, sólo se mencionan estos temas durante el desarrollo del programa. En la medida en que adquiere importancia el tema del desarrollo sostenible, el concepto se incorpora en el currículo, sin la necesaria enseñanza de conocimientos prácticos, relacionados con actividades o ideas para la aplicación y la transferencia. Así, surgen iniciativas y desde los años ochenta, se han adelantado algunos proyectos que involucran a Argentina Brasil, México, Uruguay, entre otros, en la promoción de estos conocimientos inicialmente enfocados en el aprovechamiento de la energía solar. A continuación se presentan aspectos de estas experiencias educativas (Shciller & Evans, 1997).

La Asociación Internacional para la Educación en Energía Solar - IASEE, se fundó en 1989 para promover la enseñanza de las energías renovables, solar y otras en todos los niveles de la educación, y en 1990 se funda la seccional Argentina, que anualmente realiza reuniones nacionales, en las cuales participan diversas instituciones educativas, del nivel de primaria, secundaria, pregrados y posgrados, con ponencias y la organización de debates. Es vital que las participaciones incluyan la metodología para la transferencia del conocimiento, desarrollo de técnicas prácticas para la educación en todos los niveles, esto debe estar complementado con trabajo experimental, como medio para la comprensión y así promover el interés en esta área.

Ejemplo de estos trabajos son: el desarrollo de la ruta del sol y diagramas de intensidad de radiación, cursos de postgrado en energía eléctrica y medio ambiente, biodigestores, reciclaje de residuos, un software sobre el efecto invernadero, un curso anual, a nivel de posgrado, sobre arquitectura solar el uso FNCE en los edificios y otro curso de educación en energía solar para maestros en zonas remotas del país.

Arquisur es una red regional establecida por los Decanos de las Facultades de Arquitectura en Universidades de la Región MERCOSUR, que abarca Argentina, el sur de Brasil, Paraguay y Uruguay, promoviendo el intercambio y el desarrollo entre las 19



facultades involucradas. Una de las principales actividades, es la programación de cursos de postgrado regionales planificados y dirigidos por organizaciones internacionales. Entre las reflexiones está el promover el estudio de los objetivos y métodos educativos, en el marco de la estructura de la educación formal, a fin de estimular las nuevas generaciones de maestros y de estudiantes, para adoptar políticas educativas que apoyen los estilos de vida sostenibles.

Alfa es el programa de la Unión Europea que tiene como objetivo promover el intercambio entre Universidades de Europa y de América Latina, para mejorar el nivel académico y establecer redes de intercambio. El objetivo de este grupo es la eficiencia energética en los edificios, bajo arquitectura energética y el uso de pasivos sistemas solares.

En Uruguay, desde el año 2003 el Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas - CEUTA, trabaja en la promoción, capacitación e investigación en energías renovables para los sectores de bajos ingresos. Este centro parte de que: “El concepto de tecnologías apropiadas implica que la tecnología no es neutra, que es una construcción histórica, social y cultural. Por lo tanto, el enfoque de las tecnologías apropiadas reconoce la existencia de modelos de desarrollo diversos y de economías locales vinculadas a los recursos de los que se dispone (CEUTA, 2011). Las tecnologías son apropiadas al ambiente, para la tarea y por la gente. Si dan respuesta al problema planteado, de manera eficaz y eficiente, son aceptadas por la gente, tienen bajo costo, son de fácil manejo, de sencilla comprensión y son reproducibles a escala local, entonces se consideran apropiadas. Para desarrollarlas, una de las estrategias utilizadas son los Laboratorios de Tecnologías Apropriadas (LaTA), en ellos se construyen artefactos eficientes que cumplen una doble función: reducir el gasto energético directo de quienes los construyen y utilizan, y promover las buenas prácticas, pues permiten reflexionar sobre la forma irracional e indiscriminada del uso de la energía. Estas actividades de laboratorio permiten además, generar conocimientos específicos en la temática, basados en los contenidos de las materias curriculares formales (CEUTA, 2011).

Políticas y regulación

México ha avanzado, a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía – CONAE, en la promoción de las Empresas de Servicios Energéticos (ESCO), que apoyan a las compañías en la elaboración de programas de Eficiencia Energética (EE), promovido por el gobierno federal a través de premios y de galardones. En este rubro, México está también apoyando a Ecuador para coordinar su Plan de Eficiencia Energética (Comisión para la Cooperación Ambiental – Canadá, Estados Unidos y México, 2006).

Con respecto a Brasil (el país más grande de América del Sur), tanto en superficie como en población, y el tercero en mayor consumo de energía en América, después de Estados Unidos y Canadá. Brasil es el segundo mayor productor de etanol a partir de caña de azúcar, después de Estados Unidos que lo obtiene del maíz.

Brasil produce casi tanto petróleo como Venezuela y produce un poco más del combustible que consume. Su dependencia del petróleo es principalmente para el transporte, pues el 84 % de la electricidad es generada a partir de hidroeléctricas. También cuenta con dos plantas de energía nuclear (Energy in the world most populated countries, 2013).

En Brasil existen diversos casos de buenas prácticas, como la Ley 10.438 de 2002, que crea el PROINFA: *Programa de incentivos a las fuentes alternativas*, aplicable a eólica, mini hidroeléctrica, y biomasa. Brasil ha avanzado en una política pública de eficiencia energética para superar las barreras del mercado involucrando al sector privado. Los mecanismos regulatorios y de planificación estratégica constituyen algunos ejes de esta iniciativa, así como la investigación científica y el compromiso de los privados (Poppe, 2005). El país ha agregado a sus acciones en materia de energías renovables, la investigación biotecnológica. Entre 1975 y 2000 las cosechas de caña aumentaron en un 33%, con un contenido de azúcar del 8% y una producción de etanol del 14% (World Bank - UNDP, 2005). Para Brasil las políticas innovadoras son el acceso al mercado estadounidense con menores barreras comerciales y la inversión intra y extraregional para la producción de etanol con base en la caña de azúcar.

En lo que a Chile respecta, ha avanzado en eficiencia energética como respuesta a su dependencia de fuentes externas, en particular de gas natural y al cambio del acople entre crecimiento y uso de energía está documentado, y considera una tendencia que hay que revertir si se desea transitar por el camino de la sostenibilidad (CONAMA, 2004). Ante esto, la Comisión Nacional de Energía y el Ministerio de Economía implementan un “Programa Nacional de Uso Eficiente de la Energía”. El consumo de energía per cápita en el país es bajo (0,067 Terajulios (TJ) por habitante), comparado con la situación de los países desarrollados, por ejemplo: el de Estados Unidos es de 0,339 TJ y en el caso de Australia, de 0,243 TJ (CONAMA, 2004). Para su ejecución, se ha creado un comité público-privado, instrumento exitoso en el país, y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), que conduce la política industrial, se ha avocado al diseño de un instrumento de fomento productivo orientado a la EE, que verifique entre otros aspectos, la remoción gradual del mercado de aquellos artefactos con menor eficiencia en el uso de la energía y la creación de mecanismos de certificación.



En relación con Argentina, allí existe el PERMER: Programa de Electrificación Rural con Energías Renovables. Está articulado con los programas de combate a la pobreza que permitan incrementar el empleo y el ingreso local. Ejemplo de esto es el Programa Andino para energizar por medio de Renovables - PAER, formulado en el marco de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). Argentina publicó recientemente su Ley 2609314 de Biocombustibles y su Programa Nacional de Biocombustibles (2004) para el aumento de la producción sobre una base de creciente eficiencia en la producción de oleaginosas por hectárea, ahora superior a la de cereales (60% vs 40%) y con la industria aceitera más desarrollada en la región. Existe un proyecto en Argentina sobre el Incremento de la Eficiencia Energética productiva en la PyME argentina de la Secretaría de Energía, la Subsecretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional y la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) que se orienta exclusivamente a las pequeñas y medianas empresas. El proyecto PIEEP (Proyecto Incremento de la Eficiencia Energética y Productiva en la PyME Argentina) promueve el uso eficiente y ambientalmente sostenible de los recursos utilizados en la producción, reduciendo costos y aumentando la productividad en las PyME argentinas. El PIEEP ha trabajado con los sectores azucarero y citrícola en la provincia de Tucumán y con el sector lácteo en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Entre Ríos. Del mismo modo, impulsó mejoras en el sector postcosechas de granos en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe; en el sector de riego en la provincia de Mendoza y en el de empaque y conservación de frutas en las provincias de Río Negro y Neuquén. El Instituto Nacional de Tecnología Industrial ha tenido una activa participación en un gran número de estas iniciativas.

El carácter interdisciplinario de estudios de energía no convencionales requiere la apertura de canales de comunicación entre los especialistas y el desarrollo de nuevos perfiles profesionales y académicos. Esto requiere una comprensión y aceptación de los actuales problemas ambientales apremiantes, una base común para la interacción entre los especialistas y el reconocimiento de la contribución específica que cada uno de estos especialistas puede proporcionar. La tabla 22 presenta algunas experiencias que se han adelantado en este sentido en la región.



Tabla 22. Transferencia tecnológica: canales, tipos de relaciones y experiencias en la región.

Tipo de interrelación	Canales de transferencia de conocimiento	Instrumentos de política	Experiencias en la región
Flujos de recursos	Pasantías, formación de estudiantes, contratación de graduados	Formación de recursos humanos. Acceso de las empresas recursos humanos calificados que permitan generar ventajas competitivas	Intel y Universidad de Costa Rica (Costa Rica) Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF, Chile) Financiamiento para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCYT, Perú)
Contactos informales entre profesionales	Redes profesionales, intercambio de informaciones	Formación técnica y profesional. Ferias y premios de innovación	Eaton Trucks Corporation y Universidad Estadual de Campinas Unicamp (Brasil) Feria de Innovación (en estados de Brasil, en Perú y otros países) Ferias de Design (São Paulo, Buenos Aires)
Actividades de divulgación y difusión del conocimiento	Eventos, seminarios, conferencias, publicaciones y co-publicaciones	Financiamiento para difusión del conocimiento científico-tecnológico	Encuentro de Ciencia y Negocios en Biotecnología con participación de diversas instituciones (México)
Servicios	Servicios de asesoría, asistencia técnica, consultorías, uso de equipos	Diversificar las fuentes de financiamiento para las universidades. Desarrollar y actualizar capacidades en CyT aplicadas (uso de equipo) de los investigadores y de las empresas. Solución de problemas específicos de las empresas	Prestación de servicios tecnológicos de la Universidad de la República (UDELAR) y del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LAT U) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI, Argentina) Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI), Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE), Brasil Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica y Ministerio de Obras Públicas y Transportes (Costa Rica) Polo IT Buenos Aires (Argentina) Parque científico y tecnológico Carén de la Universidad de Chile (Chile) Fundación Parque Tecnológico de Paraíba- PaqTc-PB (Brasil)
Proyectos conjuntos	Cooperación en I+D, contratos de Investigación, intercambio de investigadores, redes formales de trabajos, parques científicos y tecnológicos	Financiamiento a consorcios de innovación Capital de riesgo. Apoyo a redes de investigación	



Licenciamiento	Oficinas de transferencia tecnológica (OTT)	Apoyo a licenciamiento y difusión tecnológica. Servicios de business coaching (entrenamiento en negocios) para actualizar capacidades CyT aplicadas (uso de equipo) de los investigadores. Plataformas para la coordinación de la demanda especializada de las empresas y la formación universitaria	Agencia de Innovación Inova de la Universidad de Campinas (Brasil) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México)
Empresas de base tecnológica	Transferencia de conocimiento vía generación de empresas a partir de investigaciones básicas o aplicadas	Spin-off, incubadoras, actores "híbridos" empresa –universidad	Ami-Tec y la Universidad de Medellín (Spin-off en Colombia) Bio Sidus (Argentina)

Fuente: (OCDE/CEPAL, 2011).

ANEXO 5

PROPUESTA DE UNA ESTRATEGIA DE ARTICULACIÓN PARA IMPLEMENTAR LA LÍNEA “ENERGÍA PARA EL FUTURO” EN LA CADENA DE FORMACIÓN.

5.1. Estructura del sistema educativo colombiano

Según la Constitución Política colombiana en el Artículo 67, se reconoce que la educación es un servicio público y una responsabilidad con la sociedad, además reconoce la importancia de la formación integral, por tanto el sistema educativo debe ofrecer una formación que aporte al análisis de los problemas económicos, políticos del país. Entre sus fines está *“fortalecer la capacidad crítica, reflexiva y analítica, que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientando con prioridad el mejoramiento cultural y la calidad de vida de la población, la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y el progreso social y económico del país”* (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

El sistema educativo colombiano lo conforman: la educación inicial, la educación preescolar, la educación básica (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), la educación media (dos grados y culmina con el título de bachiller), y la educación superior.

A su vez, la educación superior cuenta con instituciones de diverso carácter: técnicas profesionales, tecnológicas, universitarias / escuela tecnológicas y Universidades, estas pueden ser tanto oficiales como privadas, la tabla 23 muestra que en la actualidad el país cuenta con 288 instituciones de educación superior reconocidas por el MEN.

Tabla 23. Número de instituciones de educación superior según su carácter académico.

Carácter	Oficial	No Oficial	Régimen Especial	Total
Universidad	31	49	1	81
Institución universitaria/Escuela tecnológica	15	93	12	120
Institución tecnológica	6	38	6	50
Institución técnica profesional	9	28	0	37
Total general	61	208	19	288

Fuente (Ministerio de Educación Nacional, 2013).



Aunque las cifras evidencian un crecimiento en la evolución de la cobertura como se aprecia en la tabla 24, otro de los retos está en conseguir niveles de calidad aceptables de acuerdo con las exigencias del mundo de hoy.

Tabla 24. Número de estudiantes matriculados en los diferentes niveles y tasa de cobertura.

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Educación Básica y Media	10.720.493	11.022.651	11.043.845	11.161.440	11.219.174	-	-	-
Matrícula en Pregrado	1.137.772	1.219.954	1.306.520	1.424.631	1.493.525	1.587.928	1.762.480	1.841.282
Población 17 - 21 años	4.001.081	4.064.849	4.124.212	4.180.964	4.236.086	4.285.741	4.319.415	4.342.603
Tasa de Cobertura	28,4%	30,0%	31,7%	34,1%	35,3%	37,1%	40,8%	42,4%

Fuente: Los autores adaptado de (Ministerio de Educación Nacional. Oficina Asesora de Planeación y Finanzas, 2010) y (Ministerio de Educación Nacional, 2013).

Los resultados de las pruebas SABER 2009, que evaluaron el desempeño por competencias de los estudiantes de los grados 5° y 9°, mostraron que los estudiantes tenían un nivel de desempeño insuficiente en lenguaje, matemáticas y ciencias naturales, con porcentajes en el grado 5° el 18 %, el 35 % y el 18 %, y en el 9° del 15 %, el 20 % y el 14 %, respectivamente. (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

Por su parte, SABER 11 mostró que los mejores desempeños de los estudiantes se encuentran en el área de lenguaje con 46,47 puntos como promedio nacional, mientras que áreas como filosofía y física no alcanzan los 44 puntos (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

Según las pruebas PISA, indican que más de la mitad de los jóvenes colombianos de 15 años de edad no tienen la capacidad de utilizar su conocimiento y habilidades para enfrentar los retos convencionales de la vida real en comparación con los jóvenes de la OCDE (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

5.2. Normatividad de la educación.

Las normas colombianas que definen, regulan y dan pautas para el diseño del currículo en los diferentes establecimientos educativos del país son las siguientes:



- Ley General de Educación, Ley 115 de 1994
- Decreto 1860 de 1994
- Resolución 2343 de 1996
- Decreto 1290 de 2009
- Lineamientos curriculares de las diferentes áreas
- Estándares básicos de competencias en diferentes áreas

5.2.1. Avances en educación ambiental y energías.

La inclusión de la educación ambiental en la ley 115 de 1994 (Ley General de Educación), que en el artículo 5, inciso 10, define como uno de los fines primordiales de la educación “La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica...”. El Programa de Educación Ambiental del Ministerio de Educación Nacional fue reconocido en el año 2009 por parte de la UNESCO, como uno de los 25 proyectos de Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) más exitosos en todo el mundo. Este programa se caracteriza por el énfasis que hace en el hecho de que los Proyectos Ambientales Escolares - PRAE sean integrados a los Proyectos Educativos Institucionales - PEI y que tengan un trabajo asociativo con el sector ambiental, que apunten a las políticas de desarrollo sostenible del país (Ministerio Nacional de Educación, 2009).

Entre las estrategias que el Programa de Educación Ambiental desarrolló, están los ya mencionados PRAES que se pueden ver como proyectos transversales que vinculan a la exploración de alternativas de solución de una problemática y/o, al reconocimiento de potencialidades ambientales particulares locales, regionales y/o nacionales, donde se permite generar espacios para la reflexión, el conocimiento significativo, el desarrollo de criterios de solidaridad, tolerancia (respeto a la diferencia), en la búsqueda de consensos con fines de una concepción de sostenibilidad ambiental. La otra estrategia son los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental - PROCEDA, que se desarrollan mediante proyectos que involucran el trabajo comunitario en el campo de la problemática ambiental, con el fin de buscar complementar los procesos formativos y de capacitación de las comunidades, junto con acciones orientadas a contribuir, en la construcción de alternativas de solución a problemáticas ambientales particulares. Por último, la otra estrategia desarrollada fue la conformación de los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental - CIDEA, los cuales están conformados por técnicos, especialistas en educación ambiental, delegados de las instituciones y organizaciones, con competencias y responsabilidades en materia de Educación Ambiental, a nivel municipal y departamental y trabajan para desarrollar las estrategias, planes de desarrollo y/o políticas departamentales y locales de



educación ambiental (Torres Carrasco, s.f.).

Desde 1994 se inició el proceso de estructuración de los currículos por ciclos. En 1996 se asociaron varios grados a los distintos ciclos y en el 2005, con los estándares curriculares se incluyen estos a la plantación académica en cada uno de los ciclos. Esta planeación implica un trabajo complejo debido a que implica la conformación de equipos pedagógicos para cada uno de los ciclos, situación que no se da el contexto nacional, como ocurre en los países de Europa e incluso algunos de Latinoamérica (Brasil, Argentina y México, entre otros) en los cuales los profesores son formados para el ciclo en el que se va a desempeñar (Jurado Valencia, Rodríguez, Barriga, García, & García, 2011).

Según un estudio realizado por el Grupo de investigación en evaluación del instituto en investigación en educación de la Universidad Nacional de Colombia, las tendencias en el campo internacional así como los marcos que sustentan los planes curriculares de los distintos países de América Latina coinciden en que, respecto a las funciones que se le atribuyen a la escuela, ésta debe poner en relieve la pertinencia social de lo que ha de aprenderse, por tanto se debe educar para los desempeños en la vida (para el arte, el trabajo y los oficios, para tejer comunidades, para la educación continua, la investigación, la creatividad, la toma de decisiones políticas, para el desarrollo de proyectos en grupo, entre otros fines). En este sentido, las escuelas deben conectarse tanto con su entorno inmediato, como con el mundo global, a través de la participación en redes, y el uso crítico y reflexivo de los medios de comunicación y aprovechar todas estas facilidades para producir los medios apuntando no solo a interpretar críticamente sus mensajes, sino también a producir para ellos, como la escritura de los textos de divulgación científica (Grupo de Investigación en Evaluación, 2013).

El mismo grupo desarrolló una caracterización o Estado del Arte en el año 2013, sobre las propuestas que los docentes de Bogotá presentan cada año en el Premio a la Innovación e Investigación. En el mismo se evidenció que en el 90 % de los casos la pedagogía por proyectos le da bases a las innovaciones. Se indica que “los estudiantes de todas las edades quieren aprender, siempre y cuando haya dilemas y grandes incógnitas por resolver sobre la vida y el universo. Niños y jóvenes quieren leer y escribir sobre sus incertidumbres y este deseo necesariamente ha de conducir al acceso a los conocimientos, sean estos de la Física, la Química o de la Historia”.

Se propone la Articulación de la línea en “Energía para el Futuro” teniendo en cuenta la propuesta que hace el grupo de investigación en evaluación respecto a los énfasis que pueden tener las áreas de estudio así:



- Ciencias Naturales (con énfasis en Física y Química, sin perder de vista la Biología y los apoyos de la matemática a estas ciencias)
- Ciencias Sociales (con énfasis en la Historia, la Geografía y el medio ambiente)
- Lenguaje (considerando las competencias fundamentales en la lectura de textos descriptivos, explicativos, narrativos, argumentativos e instruccionales)

Se ha evidenciado que la línea es completamente transversal y puede ser desarrollada mediante proyectos desde las diversas áreas y disciplinas del conocimiento. Se debe tener en consideración que en el nivel de educación básica primaria, secundaria y media, las actividades que se realizan son de carácter demostrativo y de validación del conocimiento. En instituciones de educación no formal, específicamente en el SENA, los cursos son eminentemente prácticos y se desarrollan siguiendo guías preestablecidas, por lo cual se cuenta con pocos espacios para el desarrollo de la investigación, sin embargo la institución ha desarrollado estrategias que promueven el desarrollo de proyectos en las instalaciones de los tecnoparques, en donde se fomenta la investigación aplicada y de manera autónoma, es importante destacar que ésta institución cuenta con muy buenas instalaciones de laboratorios y talleres, por lo cual cuenta con gran potencial para el desarrollo de proyectos en el campo de la línea de interés.

5.3. Propuesta de Articulación.

La línea de “Energía para el Futuro” se debe convertir en un eje articulado al PEI y Plan de estudios de cada institución. La línea puede ser un área integradora transversal, debe estar fuertemente ligada a las temáticas de educación ambiental.

Es importante que los conocimientos y contenidos que fundamentan la línea, se integren de manera armónica con las áreas de conocimiento según la ley general de educación (Ley 115 de 1994), la cual define como grupos de áreas obligatorias y fundamentales que comprenderán un mínimo del 80% del plan de estudios, son los siguientes:

- Ciencias naturales y educación ambiental.
- Ciencias sociales, historia, geografía, constitución política y democrática.
- Educación artística.
- Educación ética y en valores humanos.
- Educación física, recreación y deportes.
- Educación religiosa.
- Humanidades, lengua castellana e idiomas extranjeros.

- Matemáticas.
- Tecnología e informática.

Para cada una de estas áreas, el MEN ha definido los lineamientos curriculares correspondientes a cada nivel de educación y teniendo en cuenta los aspectos cognitivos a desarrollar. La conformación del trabajo en la línea debe integrar los actores involucrados que permitirán el fortalecimiento y la pertinencia de la misma. En el gráfico 12 se identifican dichos actores y los aportes específicos con que podrían participar.

Gráfico 12. Actores involucrados en el la línea de “Energía para el Futuro”.



Fuente: el autor

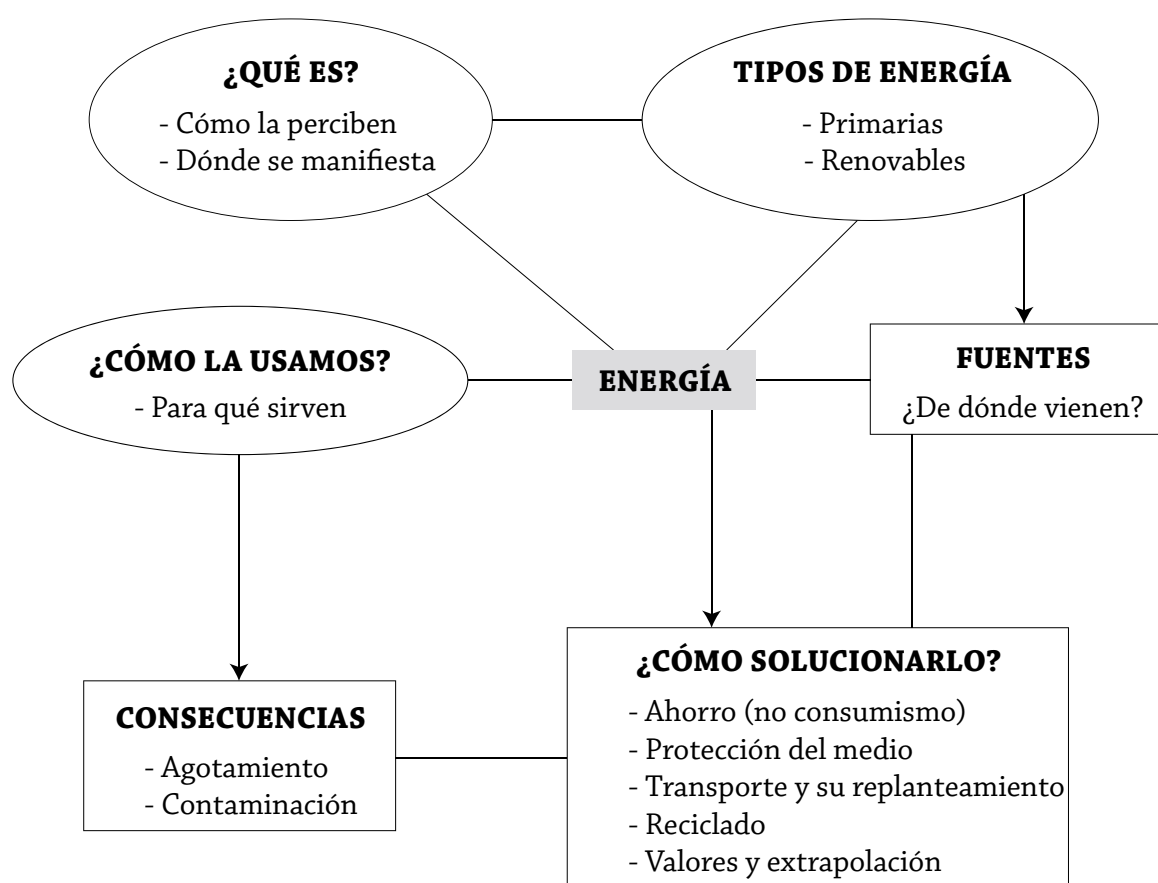
Es así como se propone que estos lineamientos sean contextualizados en relación con las zonas donde se ubican las distintas instituciones educativas (rural o urbana) y que también tenga en cuenta los climas de acuerdo a los pisos térmicos con que cuenta el territorio colombiano y todo ello a su vez, se relacione con la presencia, en mayor o menor escala, de los recursos energéticos presentes en cada región.

Se propone que de manera inicial se conserve la motivación con que cuentan los niños, de manera natural, mediante el desarrollo de laboratorios demostrativos. Para

ello es deseable que a nivel de educación básica primaria se cuente con un espacio, asignado y adaptado, para la realización de dichos laboratorios demostrativos para las áreas de ciencias naturales y matemáticas. Los materiales requeridos en estas primera etapas no son necesariamente costosos, pues pueden estar relacionados con los conceptos de energía para los seres vivos en donde se pueden utilizar principalmente alimentos con los que se realice la explicación, el ambiente que rodea al establecimiento educativo con el fin de identificar elementos de uso cotidiano.

Se propone estructurar una relación entre los conocimientos y las actividades a realizar que lleven a la solución de problemas o al estudio y análisis de situaciones específicas. El gráfico 13, desarrollado por los profesores García et, al (2008), ilustra con un ejemplo la forma en que se pueden desarrollar actividades en torno a la temática de energía en un proceso en el que se analiza una problemática, con la aplicación de conceptos, mediante la trama de contenidos.

Gráfico 13. Trama de contenidos



Fuente: (García, Rodríguez, Solís, & Ballenilla, 2007)



De acuerdo con los programas de estudio y los lineamientos curriculares vigentes en Colombia las áreas básicas que se deben reforzar para el desarrollo de la temática en energías son: física, química y ecología a nivel de educación básica y media. En el nivel universitario se requiere una buena fundamentación en mecánica de fluidos, aerodinámica, sistemas de combustión, materiales, automatización y control, electrónica de potencia, arquitectura y diseño bioclimático, sistemas de potencia, comunicaciones, eficiencia energética y procesos industriales, cinética química, obras civiles y Termodinámica. Para el caso de las Fuentes no convencionales de energía (FNCE), se han considerado otras disciplinas como la agronomía, geología, bioquímica y biotecnología.

5.1.1. Estrategias

La propuesta se fundamenta en la información a partir de fuentes bibliográficas, la información recolectada en el taller desarrollado el día 26 de julio y organizado por la Red Internacional para la Promoción de la Investigación y Docencia en Energización Rural para el Desarrollo Agroindustrial Sostenible - PRIDERAS, denominado Estrategias para el trabajo conjunto entre las Instituciones Educativas y Empresas con fines de articulación para la solución de problemas reales, el cual convocó a representantes de instituciones universitarias y de educación superior de Alemania, Francia, Bogotá, Boyacá, Arauca, e instituciones gubernamentales como la Unidad de Planeación Minero Energética el Instituto Colombiano de Petróleo, COLCIENCIAS, con el programa Ondas, SENA y ECOPEPETROL.

Para el análisis de la información obtenida, se realizó una primera categorización de las respuestas obtenidas. Se encontró que para las preguntas 1, 2, 3 y 4, en relación con las temáticas que se deben incluir y priorizar las formas y fuentes de financiación, y la relación entre la industria e instituciones educativas, existen respuestas comunes, que aplican para los distintos niveles educativos. La tabla 25 reúne éstas respuestas para cada pregunta.



Tabla 25. Respuestas en común que para todos los niveles de educación

PREGUNTA	RESPUESTA
1. ¿Qué temas en relación a la energía y medio ambiente deberían estar incluidos en los procesos educativos en Colombia?	Pensamiento y sensibilización Ambiental Estudios de Casos Ambientales Fuentes de Energías Renovables y usos.
2. ¿Cómo se debería plantear la relación entre la industria y las diferentes instituciones educativas?	Invitar a empresas a la revisión de currículos en temas de competencias particulares.
3. ¿Cómo podrían financiarse los procesos/proyectos de aplicación de energía o enseñanza de la energía en las instituciones educativas?	Uso de recursos de regalías. Hacer alianzas con las empresas. Garantizar el buen manejo de los recursos.
4. ¿A qué tema se le debería dar prioridad en lo referente a aspectos energéticos y ambientales?	Energías renovables. Ahorro de energía y concienciación ambiental Abundancia de recursos

Fuente: los autores.

La secuencia de temas, según los niveles educativos, que deberían ser incluidos en los procesos educativos en Colombia, según lo planteó la pregunta # 1, se ilustra en el gráfico 14.

Como metodologías para el desarrollo de las temáticas se destacan las siguientes:
Para todos los niveles educativos: Visitas – Aprendizaje en sitios de investigación y de acción participativa.

Primaria: Visitas y salidas de campo que involucren la lúdica como campamentos, juegos y uso de juguetes didácticos, talleres y manipulación directa de recursos.

Secundaria: Visitas a empresas o ferias empresariales para conocer procesos productivos. Proyectos de construcción de modelos básicos.

Media vocacional: Prácticas en empresas según la especialidad. Recolección e interpretación de datos a partir de fenómenos observados.

Técnica / Tecnológica: Formulación y desarrollo de proyectos de investigación aplicada. Desarrollo de talleres y seminarios.



Profesional pregrado: Participación en semilleros de investigación. Desarrollo de proyectos, talleres, seminarios y pasantías.

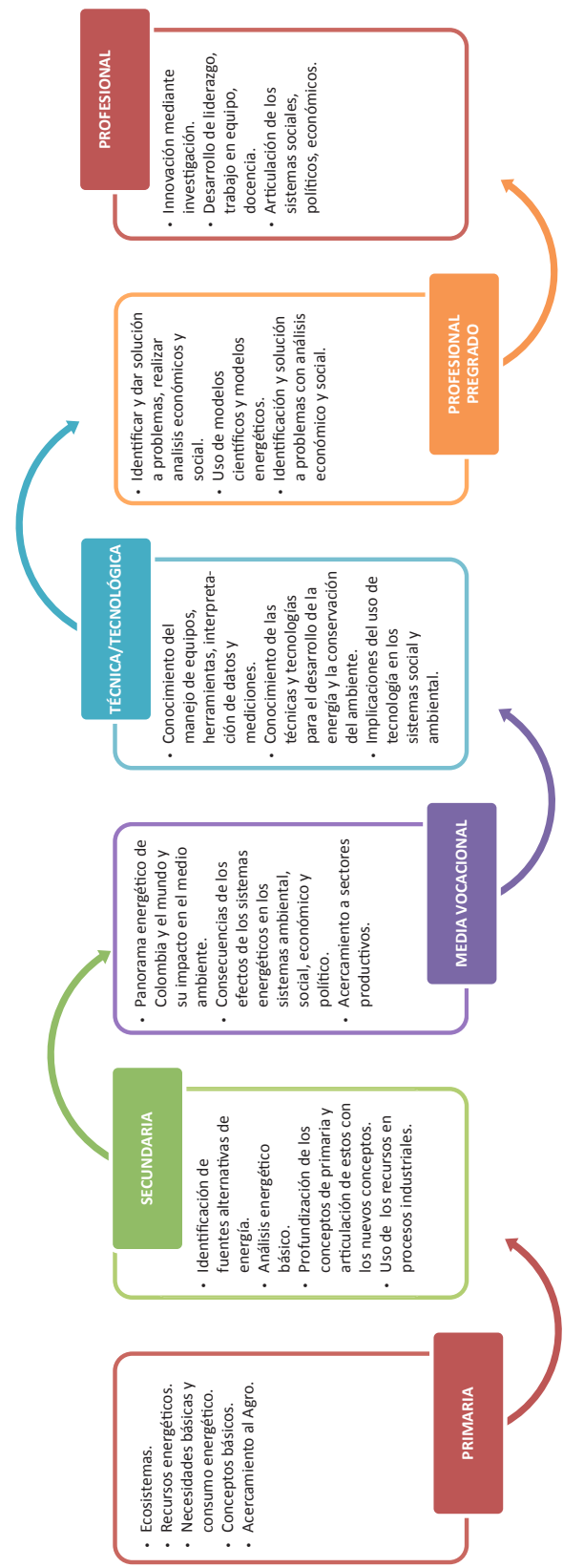
Postgrado: Participación en grupos de investigación que incluyan relación con la industria. Formación de alianzas, consolidación de Redes nacionales e internacionales, gestión de recursos. Participación en eventos internacionales.

Respecto a la pregunta 2, sobre la relación entre la industria y las instituciones educativas, incluyen en todos los niveles, la realización de visitas al sector productivo. Para los niveles de educación Primaria, Secundaria y Media Vocacional, se destacan los aportes de las empresas para la dotación de laboratorios y equipos de medición y experimentación; charlas y conferencias de motivación y orientación vocacional y profesional; y contratos básicos de aprendizaje para los jóvenes de educación media.

En los niveles de educación técnica y tecnológica, profesional de pregrado y postgrado, se destaca la realización de pasantías y la adopción del sistema dual, similar al aplicado en Alemania y Australia. Organización de bancos de proyectos. Desarrollo de contratos de aprendizaje y de trabajo, financiación a grupos de investigación y becas.



Gráfico 14. Secuencia de los temas sobre energía a incluir en los procesos educativos en cada nivel



También se cuenta con los conceptos expresados por los rectores de los colegios que ocuparon los cinco primeros lugares en los exámenes SABER 11 del 2012, quienes coinciden en tres estrategias comunes: seguimiento al proceso de aprendizaje de cada estudiante; formación integral que combina conocimiento, valores y lúdica, y altos estándares para que los niños tengan el desafío de esforzarse cada día (Revista Dinero, 2012).

A continuación se presentan dichas opiniones, tal como las expresaron a la revista Dinero (Revista Dinero, 2012):

“Matilde González, la rectora del colegio La Quinta del Puente, de Floridablanca, que este año ocupó el primer lugar, destaca que además de buenos programas, es fundamental contar con recursos pedagógicos modernos, que sean coherentes con las expectativas de los jóvenes y les permitan convertir el conocimiento en temas prácticos para su vida.

Pero también el uso de un material educativo de alta calidad resulta clave para la mejor formación de los estudiantes, asegura María Esperanza Rivas, rectora del Diana Oeste de Cali –ocupó el segundo lugar en el ranking–eso sí, cree que un colegio no se puede rotular solo por los resultados del ICFES y que las mejores instituciones son aquellas que se enfocan en la formación de los niños a partir de conocimiento, alegría y diversión para estimular el aprendizaje.

Para la rectora del colegio Vermont, Raquel Rojas, el tercer puesto obtenido este año resulta más que un logro, una verdadera hazaña pues coincide con la primera promoción de Bachillerato Internacional, luego de un proceso desarrollado por el colegio para brindar este programa a sus estudiantes. Este año 17 de sus estudiantes obtuvieron becas universitarias por su buen desempeño.

Altos estándares educativos combinados con programas deportivos, artísticos y musicales son para Jaime Arenas, rector del colegio San Jorge de Inglaterra, factores determinantes para lograr estudiantes de alto desempeño, y son prácticas en las que está empeñado el plantel, que en los últimos años ha estado en los primeros lugares del ranking. Estrategias para imitar”.

Con la información recolectada se formula una propuesta que sintetiza las ideas planteadas, y reconoce la necesidad de un estudio pedagógico, que complemente la implementación de la línea “Energía para el Futuro”, en cada uno de los niveles educativos así:

- *Educación Primaria:* En éste nivel el juego y la lúdica son los medios que permiten el acercamiento de los niños a los ecosistemas, a los recursos naturales propios de cada región del país y a las fuentes naturales de energía.
- *Educación Básica Secundaria:* En éste nivel el laboratorio adquiere mayor importancia en tiempo, implica el uso de elementos de medición, para ello se utilizan los laboratorios de física y química tradicionales, con los que cuentan las instituciones educativas, además, se ha identificado que prácticamente todas las regiones del país cuentan con institutos técnicos industriales o centros de formación del SENA. Es aconsejable establecer relaciones con dichas instituciones, de tal forma que se permita la visita a dichos laboratorios y el uso de instrumentos de metrología y meteorología con que ellas cuentan, esto con el fin de familiarizar al estudiante de educación básica secundaria con ejercicios y elementos de medición, que reforzarían los conceptos adquiridos en las asignaturas de ciencias y matemáticas. La experiencia desarrollada en los proyectos de articulación entre la educación media y la superior, ha evidenciado que el desplazamiento de los estudiantes a dichos espacios, les genera una gran motivación por el aprendizaje que están adquiriendo y se logra mejor comprensión y aplicación de los conceptos básicos (Mejía Barragán & Montero Rodríguez, 2011). El proyecto ONDAS también ha evidenciado los beneficios que trae la aplicación de metodologías basadas en la práctica.
- *Educación Media:* Se propone conformar clubes de energía, en los que se pueden discutir problemas y desarrollar proyectos relacionados con las problemáticas energéticas de la región. De manera informal, se pueden socializar, comentar y discutir dichas problemáticas. Las fuentes de la situación problemática pueden ser:
 - ☐ Noticias: periódico, TV, páginas web.
 - ☐ Salidas o visitas a hidroeléctricas, centrales térmicas, subestaciones, plantas de producción de aceite o de alcohol carburante, supermercado o centro comercial, rellenos sanitarios o en su defecto botaderos entre otros, empresas donde laboran los familiares o conocidos.

Las actividades a realizar, una vez se tenga localizada la situación a estudiar son:

- Analizar los procesos que allí se realizan
- Identificar cual es la fuente principal de energía que se utiliza
- Adelantar cálculos que familiaricen al integrante del club con conceptos de balances de masa, consumo energético y eficiencia energética.

En los clubes se debe realizar un trabajo que integre todas las áreas, y asignaturas, por lo cual es aconsejable que la situación problemática sea estudiada desde la perspectiva de las ciencias básicas, pero también desde las ciencias sociales y humanas.

Una vez desarrollado el proceso anterior, los resultados y las conclusiones de los análisis realizados deben socializarse con toda la comunidad educativa de la institución. Se pueden utilizar al menos tres tipos diferentes de estrategias, a saber:

- Un documento escrito con las características de artículo científico.
- Un documento gráfico, estilo póster.
- Una representación artística o cultural, con la cual se socialice la información a la comunidad.
- Realización de congresos, seminarios, o competencias locales, regionales y nacionales.

La experiencia de los programa Altener en Europa y CEUTA en Uruguay, han demostrado la pertinencia y la efectividad al involucrar a las familias en estas actividades.

Se propone que los clubes estén bajo la coordinación de un estudiante de pregrado, quien cumple la función de motivador. Se recomienda que el motivador pertenezca a su vez a un semillero de investigación de las IES o universidades presentes en la ciudad o región.

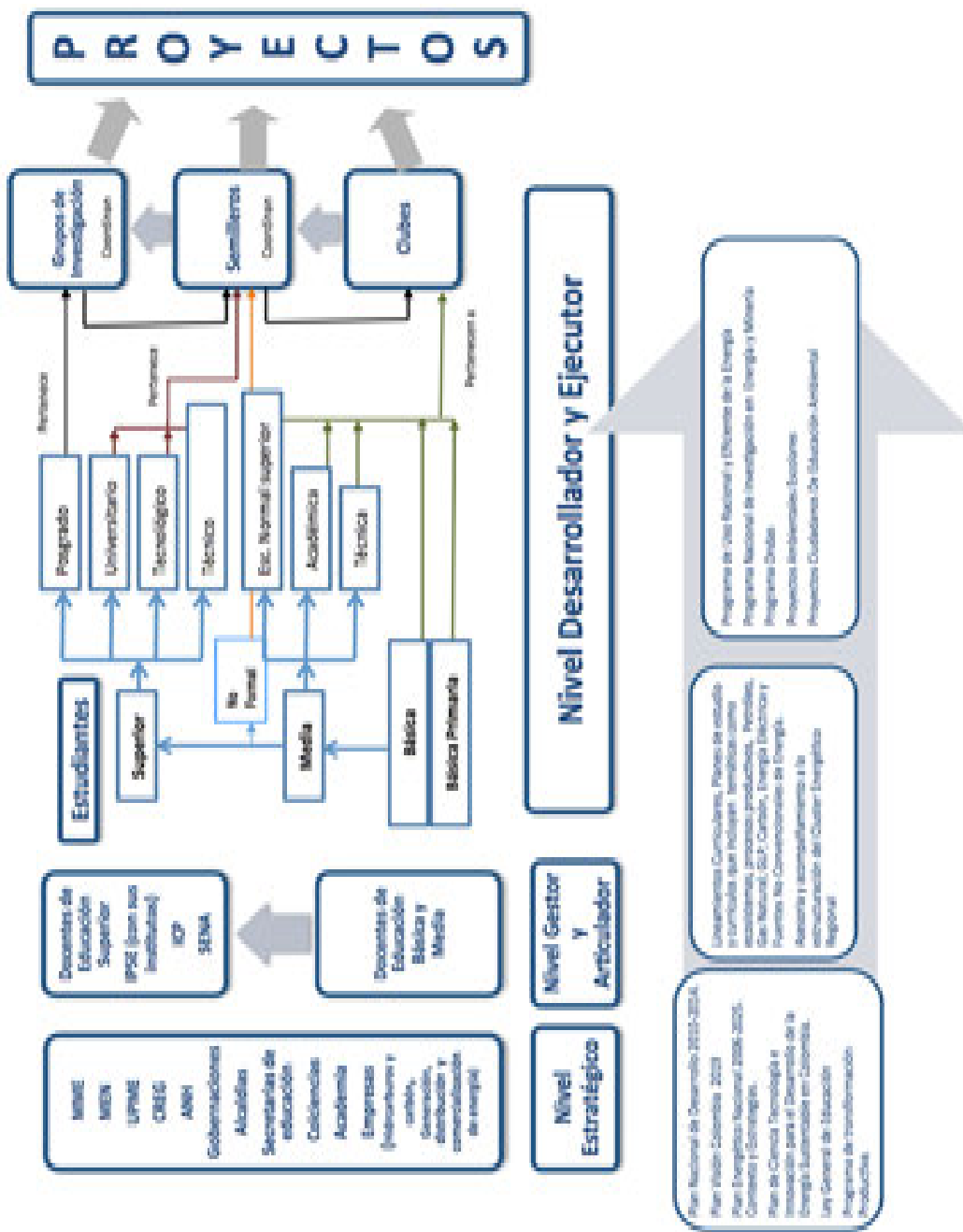
Educación Técnica/Tecnológica: Este nivel cuenta con estudiantes que han optado por una formación que les permita desempeñarse específicamente, en el campo de la energía. Como estrategia para la formación de investigadores, las IES promueven cada vez más, la participación en los semilleros de investigación, éstos a su vez cuentan con el respaldo de los grupos de investigación. Este nivel educativo enfatiza en el carácter práctico de los conocimientos, por esta razón se propone, el desarrollo de prototipos, simuladores y tecnologías de baja complejidad. Es conveniente que los semilleros establezcan vínculos con los clubes de energía, de tal forma que los semilleros sirvan de inspiración para los escolares, pero a su vez, puedan recibir retroalimentación por parte de los niños y jóvenes, que poseen una gran curiosidad y capacidad de observación.

Educación Profesional de Pregrado/Postgrado: Estos niveles son los llamados a conformar bancos de proyectos, los cuales se desarrollan por la actividad de los grupos de investigación, éstos a su vez desarrollan sus líneas de investigación, que están en

concordancia con las definidas por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

El gráfico 15 presenta de manera resumida, la interacción de los actores que intervienen en cada uno de los niveles educativos, esta interacción es la que facilita el desarrollo de los planes, programas y proyectos de los diferentes actores institucionales.

Gráfico 15. Modelo de articulación para el desarrollo de la línea “Energía para el Futuro”



Como estrategia complementaria al trabajo que se desarrolla *in situ*, se ha considerado la construcción de *Laboratorios Móviles*. Estos son laboratorios demostrativos de alta tecnología, dotados de elementos de medición y experimentación, que se caracterizan por ser itinerantes y que visitarán las diferentes instituciones una vez al año, por un periodo de una semana. Se estima que un laboratorio podría atender a 40 instituciones en un año, con un costo operativo aproximado de 1000 millones de pesos.

Los temas para desarrollar en los laboratorios móviles, estarían relacionados con la construcción y evaluación de la eficiencia de cocinas y hornos solares; colectores solares; secadores solares y de leña, producción artesanal de biodiésel; demostraciones generales de arquitectura bioclimática, sistemas eólicos, biodigestión, celdas de combustible, intercambiadores de calor, celdas fotovoltaicas, otros, aprovechamiento del recurso hídrico, entre otros.

Las actividades que se pueden desarrollar para la aplicación de los conceptos de la línea "*Energía para el Futuro*" son entre otras: exposiciones y ferias; foros y mesas de trabajo, promoción de experiencias comunitarias.

Se requiere la producción de material didáctico (Cartillas, Libros, Videos), manuales de laboratorio para la práctica en clase y para los laboratorios móviles, que sirvan de apoyo.

Para la implementación y aprovechamiento de las distintas estrategias propuestas, se requiere contar con personal docente capacitado en las temáticas relacionadas con energía y en el desarrollo adecuado de los laboratorios demostrativos. Por otra parte, además de docentes capacitados, es vital contar con directivos docentes comprometidos con el desarrollo e implementación de la línea, pues de ellos depende la gestión de los recursos, tanto físicos y administrativos requeridos.

Como estrategia para la motivación de los directivos, es pertinente realizar un diagnóstico y conocer la problemática local, así como problemáticas propias de la institución educativa, como por ejemplo, estudio del consumo de energía de la escuela, así como estrategias y planes para su ahorro.

En Colombia por ejemplo, menos de un tercio de los docentes en departamentos vulnerables (con población pobre, expuestos al conflicto armado y con mayor presencia de población indígena y/o afrodescendiente) ha alcanzado un nivel de educación superior. Esto contrasta con los departamentos de mayor bienestar económico, donde más de tres cuartas partes de los docentes han tenido acceso a la formación terciaria

(OCDE/CEPAL, 2011), es por eso que se deben realizar capacitaciones en pedagogía para la enseñanza de la energía, que no sólo se realicen mediante cursos o diplomados, sino también mediante especializaciones y maestrías.

La tabla 26 indica qué competencias se requiere desarrollar en los docentes, para implementar la línea.

Tabla 26. Competencias que deben tener los docentes.

Áreas del Currículo	Metas del Currículo	Destrezas para Profesores
Políticas	Sensibilizar a los profesores hacia las políticas y planes en temas de desarrollo científico, tecnológico y en energía	Conocer y comprender los planes de gobierno en educación, en desarrollo de las capacidades de ciencia y tecnología, en especial en energía. Entender cómo se entrelazan con los objetivos y los contenidos de la asignaturas que imparten
Alfabetización en Energía	Mejorar el conocimiento respecto a las fuentes primarias de energía. Producción, transformación, distribución, comercialización, eficiencia energética y otros	Los profesores deben saber y comprender cómo la energía y el consumo energético ha evolucionado en el tiempo. Tienen que desarrollar las destrezas para explicar los conceptos y llegar a diferentes audiencias. Deben conocer y ser capaces de utilizar los distintos recursos de información existentes en el tema de energía para desarrollar un pensamiento crítico y destrezas de resolución de problemas y extender estos hacia sus estudiantes
Organización y administración	Mejorar la capacidad de los profesores para organizar el espacio del aula para alcanzar una participación eficiente durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, y que los medios y los recursos existentes sean una parte integral de este logro.	Los profesores deben ser capaces de crear condiciones de enseñanza y aprendizaje que maximicen la aplicación de los conceptos y conocimientos teóricos de las ciencias (básicas, naturales, sociales, económicas y otras) y organizar el aprendizaje de tal manera que las clases se conviertan en un espacio donde el tema de la energía sea un medio para establecer relaciones entre dichos conceptos.
Pedagogía	Lograr cambios efectivos en las prácticas pedagógicas de los profesores que se requieran para la enseñanza sobre energía	Los profesores que están alfabetizados en temas de energía. Deben tener la habilidad de enseñar la temática desde una perspectiva interdisciplinar. Deben adquirir conocimiento sobre el potencial energético nacional y regional, así como las necesidades específicas. Los profesores también deben comprender los conceptos centrales, y manejar herramientas de investigación para crear experiencias de aprendizaje que sean relevantes para los estudiantes y que puedan prepararlos para su papel como ciudadanos.

Fuente: los autores.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta las dificultades que los asesores del programa Ondas han encontrado durante el desarrollo de su actividad.



ANEXO 7. BIBLIOGRAFÍA

Agudelo Cely, N. (2004). *Las líneas de investigación y la formación de investigadores: una mirada desde la administración y sus procesos formativos*. Recuperado el 2 de Julio de 2013, de Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa: <http://revista.iered.org>.

Alzate Herrera, H. J. (2009). *Historia de la educación colombiana y fundamentos sociológicos*. En línea: <http://www.ucaldas.edu.co>. Consultado el 12 de agosto de 2013.

André, F. J., de Castro, L. M., & Cerdá, E. (2012). Las energías renovables en el ámbito mundial. *Cuadernos económicos de ICE*. No.83, p.26.

CEPAL, OLADE, GTZ. (2003). *Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Guía para la formulación de políticas energéticas*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

CEUTA. (2011). *Un caudal energético. Sistematización del Programa de Energía 2003-2010*. Montevideo.

Chen, K.-L., Huang, S.-H., & Shiang-Yao, L. (2013). Devising a framework for energy education in Taiwan using the analytic hierarchy process. *Energy Policy*, V.55, p. 396-403.

COLCIENCIAS. (2012).

Programa Ondas. Líneas de acción del programa Ondas. En línea: <http://www.colciencias.gov.co>. Consultado el 10 de agosto de 2013.

Conca, J. (2012). *The Middle Class, Energy And Terrorism*. En línea: <http://www.forbes.com/sites/jamesconca/2012/09/18/the-middle-class-energy-and-terrorism/>. Consultado el 21 de julio de 2013.

Consejo Privado de Competitividad. (2011). *Informe Nacional de Competitividad 2011-2012*. Bogotá: Nomos, S.A.

Consejo Privado de Competitividad. (s.f.). *Ruta a la prosperidad colectiva. Capítulo III. Mapa de clusters no agropecuarios en Colombia*. En línea: <http://www.compitem.com.co>. Consultado el 25 de agosto de 2013.

CREG. (2013). *Empresas del Sector eléctrico colombiano*. En línea: cregas.creg.gov.co/pls/directdcd/directorio_fmt.empresas_energia. Consultado el 28 de septiembre de 2013.

Cunningham, R. E. (2003). Petrotecnia. La energía, historia de sus fuentes y transformación. En línea: <http://www.cie.unam.mx/~rbb/ERyS2013-1/Historia-Energia.pdf>. Consultado el 13 de septiembre 2013.

Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación-COLCIENCIAS. (2012). *Plan de Ciencia Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Energía Sustentable en Colombia. Volumen 2: Caracterización y Actualización del Estado de las Temáticas a Nivel Nacional*. Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para todos*. Cap 3. Bogotá: Imprenta Nacional.

Dictionary. com. (6 de Junio de 2013). En línea: <http://dictionary.reference.com/browse/renewable+energy>. Consultado el 20 de julio de 2013.

Dirección General de Economía y Transporte. Comisión Europea. (2006). *Educación energética: Enseñar a los futuros consumidores de energía*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

ECOPETROL. (2012). *Revista Ecopetrol &nnova*. En línea: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?conID=43102&catID=140>. Consultado el 18 de agosto de 2013.

Energy in the world most populated countries. (2013). En línea: <http://burnanenergyjournal.com/>; <http://burnanenergyjournal.com/>. Consultado el 26 de agosto de 2013.

Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle. (2013). *ingeniería Informa*. En línea: Univalle en liderazgo Clúster de energía del suroccidente colombiano: <http://ingenieriainforma.blogspot.com/2013/06/univalle-en-liderazgo-cluster-de.html>. Consultado el 4 de agosto de 2013.

Fundación de Estudios sobre la Energía. (2010). *Energías renovables para la producción de electricidad den España*. Madrid: Tiaza.

García, E., Rodríguez, F., Solís, C., & Ballenilla, F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la Escuela* Nº 63, 29-46.

Instituto Mundial del Carbón. (2012). *El carbón como recurso. Una visión general del carbón*. En línea: www.worldcoal.org: <http://www.worldcoal.org>. Consultado el 10 de agosto de 2013.

International Energy Agency. (2012). *World Energy Outlook*. En línea: <http://www.iea.org/ermsandconditionsuseandcopyright/>: <http://www.iea.org>. Consultado el 10 de agosto de 2013.

International Energy Agency. (2012). *Key World Energy Statistics*. En línea: <http://www.iea.org>. Consultado el 10 de agosto de 2013.

International Energy Agency. (2012). *World Energy Outlook 2012*. En línea: [Measuringprogress-towardsenergyforall_WEO2012.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/energydevelopment/2012updates/Measuringprogress-towardsenergyforall_WEO2012.pdf): http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/energydevelopment/2012updates/Measuringprogress-towardsenergyforall_WEO2012.pdf - 1.3 MB - May 31, 2013. Consultado el 12 de agosto de 2013.

Invest in France Agency. (2013). France has the world's third best-rated energy system: En línea: <http://www.invest-in-france.org/us/news/france-has-the-world-third-best-rated-energy-system.html>. Consultado el 28 de julio de 2013.

IPSE. (s.f.). Centros de investigación del IPSE. En línea: <http://ipse.gov.co>. Consultado el 5 de julio de 2013.

Jimenes, E y Segarra, P. (2001). Ideas de los profesores de física sobre la enseñanza de la solución de problemas en el bachillerato. Facultad de Ciencias, UNAM.

Jiménez, I y F. Y. (2010). *Cluster de Petróleo y Gas de Santander*. Clúster del petróleo y gas de Santander: En línea: <http://compite360.com>. Consultado el 18 de octubre de 2013.

Jurado Valencia, F., Rodríguez, E., Barriga, C., García, G., & García, Á. (2011). *Hacia la integración curricular: El enfoque por ciclos en la escuela*. Bogotá: Kimpers Ltda.

Kema-Cenergia. (2012). *Plan de Ciencia Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Energía Sustentable en Colombia*. Bogotá.

MAP: *How much energy are we using*. (2013). En línea: http://burnanenergyjournal.com/wp-content/uploads/201303WorldMap_EnergyConsumptionPerCapita2010_v4_BargraphKey.jpg. Consultado el 24 de agosto de 2013.

Mejía Barragán, F., & Montero Rodríguez, C. L. (2011). *Informe Final Convenio Interinstitucional 1603: Proyecto de Articulación entre la Educación Media y la Superior*. ETITC- SED . Bogotá.

Meré Marcos, J. M. (2012). *Energías Renovables y eficiencia energética en Malasia*. Kuala Lumpur: Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX). En línea: <http://www.icex.es/icex/cma/contentTypes/common/records/mostrarDocumento/?-doc=4522850>. Consultado el 30 de septiembre de 2013.

Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (2013). *Programa de transformación Productiva*. En línea: http://www.ptp.com.co/Capital_Humano/catalina.aspx. Consultado el 3 de septiembre de 2013.

Ministerio de Educación Nacional. Oficina Asesora de Planeación y Finanzas. (2010). *Perfil Nacional*. Bogotá.

Ministerio de Educación Nacional. (2011). *Resumen de Educación Superior*. Bogotá.

Ministerio de Educación Nacional. (2013). *SNIES*. Resumen de indicadores de Educación Superior. En línea: <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212350.html>. Consultado el 15 de septiembre de 2013.

Ministerio Nacional de Educación. (1994). *Ley General de Educación*. Bogotá: MEN.

Ministerio Nacional de Educación. (2012). *Educación de Educación Superior 20. Capital humano para el avance colombiano*. Bogotá: Innovación M&M Ltda.

Ministry of Education Malaysia. (2012). *Malasya Education Blueprint 2013-2015*. Kuala Lumpur.

Ministerio Nacional de Educación. (2009). *Centro Virtual de Noticias de la Educación*. En línea: <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-189922.html>. Consultado el 15 de agosto de 2013.

MME-UPME. (2007). *Plan Energético Nacional 2006-2025. Contexto y Estrategias*. Bogotá.

Observatorio de la Universidad Colombiana. (2009). *Un diagnóstico al "Spin off" en Colombia, o empresas con*. En línea: <http://www.universidad.edu.co>. Consultado el 25 de septiembre de 2013.

Sepco. (2001). Sepco Solar. En línea: <http://programmingz.net/sepco-solar>. Consultado el 24 de agosto de 2013.

Shciller, S., & Evans, J. M. (1997). Development of solar energy edation IASEE-Argentina, ARQUISUR and ALFA-BUILT. *Renewable Energy*. Vol 10, N 2/3, pp 221-224.

Shell International BV. (2008). <http://www.shell.com/global/future-energy/scenarios/2050.html>. En línea: <http://www.shell.com/global/future-energy/scenarios/2050.html>

Silveira, S. (2010). Chapter 1. Transformation of the energy sector. En *Swedish strategies in the energy sector*. Stokholm. KTH.

Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación . (2 de julio de 2013). colciencias.gov.co. Obtenido de http://www.colciencias.gov.co/programa_estrategia/investigaciones-en-energ-y-miner

The Boston Consulting Group (BCG). (2011). *Evolución tecnológica y prospectiva de costes de las energías renovables*. Estudio Técnico PER 2011-2020. Madrid: IDAE.

The Secretary-General's Advisory Group on Energy and Climate Change(AGECC) Summary Report and Recommendations. (2010). *Energy for the Sustainable Future*. New York.

Torres Carrasco, M. (s.f.). *La Educación Ambiental en Colombia: Un contexto de transformación social y un proceso de participación en construcción a la luz del fortalecimiento de la reflexión-acción*. En línea: <http://www.cali.gov.co>. Consultado el 3 de octubre de 2013.

Trucco, M. F. (2003). La protección del medio ambiente, un desafío para la comunidad internacional. *Academia Luventicus Reportes*, 21.

UNED. (2013). *Energía y desarrollo sosotenible*. En línea: <http://www.uned.es/>. Consultado el 12 de julio de 2013.

UPME. (s.f.). Estrategias PROURE.En línea: <http://upme.gov.co>. Consultado el 3 de junio de 2013.

UPME. (s.f.). *INFORME SECTORIAL SOBRE La Evolución de la Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en Colombia*. En línea: <http://www.siel.gov.co/LinkClick>.

aspx?fileticket=L9AASwJjMz8%3D&tabid=58

Vanek, F. M., & Albright, L. D. (2008,). *Energy Systems Engineering Evaluation & Implementation*. New York: McGraw Hill. p.p: 26.

Vélez Galeano, H. (2006). *Ecología Política de la Energía: ideas para el camino*. Bogotá: Bochica.



ANEXO 8
DATOS SOBRE EL CONSUMO ENERGÉTICO Y LAS EMISIONES DE GEI A 2003

Cyprus	0.903	3281.1	9.2
Portugal	0.897	2482	5.6
Brunei Darussalam	0.894	7485.1	24
Czech Republic	0.891	4319.3	11.4
Kuwait	0.891	9076	37.1
Malta	0.878	2242	6.1
Qatar	0.875	21395.8	79.3
Hungary	0.874	2595.2	5.6
Poland	0.87	2369.7	8
Argentina	0.869	1574.8	3.7
United Arab Emirates	0.868	10538.7	34.1
Chile	0.867	1652.2	3.9
Bahrain	0.866	10250.5	23.9
Slovakia	0.863	3448.6	6.7
Lithuania	0.862	2629.2	3.8
Estonia	0.86	3672.4	14
Latvia	0.855	1888.7	3
Uruguay	0.852	737.1	1.6
Croatia	0.85	1941.5	5.3
Costa Rica	0.846	879.9	1.5
Cuba	0.838	935.1	2.3
Mexico	0.829	1533.2	4.2
Bulgaria	0.824	2508	5.5
Libyan Arab Jamahiriya	0.818	3203.2	9.3
Oman	0.814	4975	13.6
Trinidad and Tobago	0.814	8555.1	24.9
Romania	0.813	1784	4.2
Panama	0.812	835.9	1.8
Saudi Arabia	0.812	5582.2	13.6
Malaysia	0.811	2318.4	7.5
Belarus	0.804	2630.9	6.6
Bosnia and Herzegovina	0.803	1135.1	4
Russian Federation	0.802	4423.2	10.6

Albania	0.801	673.5	1.2
Macedonia (TFYR)	0.801	1313.9	5.1
Brazil	0.8	1067.6	1.8
Kazakhstan	0.794	3359	13.3
Venezuela (Bolivarian Republic of)	0.792	2057	6.6
Colombia	0.791	636.9	1.2
Ukraine	0.788	2968	7
Thailand	0.781	1405.7	4.2
Dominican Republic	0.779	922.4	2.2
China	0.777	1138.3	3.8
Armenia	0.775	659.7	1.2
Turkey	0.775	1105.8	3.2
Jordan	0.773	1022.4	2.9
Peru	0.773	431.5	1.1
Ecuador	0.772	781.5	2.2
Lebanon	0.772	1700.1	4.2
Philippines	0.771	524.9	1
Tunisia	0.766	833.3	2.3
Iran (Islamic Republic of)	0.759	2034.1	6.4
Paraguay	0.755	678.7	0.7
Georgia	0.754	600.7	0.8
Azerbaijan	0.746	1480.3	3.8
Sri Lanka	0.743	423.8	0.6
Jamaica	0.736	1545.1	4
El Salvador	0.735	683.2	0.9
Algeria	0.733	1037.7	5.5
Viet Nam	0.733	539.4	1.2
Indonesia	0.728	757.4	1.7
Syrian Arab Republic	0.724	981.7	3.8
Turkmenistan	0.713	3646.4	8.8
Nicaragua	0.71	593.8	0.7
Egypt	0.708	761.3	2.3
Moldova	0.708	787.5	1.8
Uzbekistan	0.702	2043.2	5.3
Honduras	0.7	521.9	1.1
Kyrgyzstan	0.696	520.5	1.1



Bolivia	0.695	503.8	0.8
Guatemala	0.689	607.9	1
Gabon	0.677	1248.7	1
South Africa	0.674	2596.9	9.8
Tajikistan	0.673	501.2	0.8
Botswana	0.654	1049.2	2.4
Namibia	0.65	640	1.2
Morocco	0.646	357.3	1.4
India	0.619	512.4	1.2
Myanmar	0.583	276.5	0.2
Ghana	0.553	400.2	0.3
Pakistan	0.551	456.7	0.8
Congo	0.548	272.7	1
Bangladesh	0.547	160.9	0.3
Nepal	0.534	335.9	0.1
Cameroon	0.532	434.1	0.3
Haiti	0.529	270	0.2
Sudan	0.526	475.9	0.3
Kenya	0.521	481.2	0.3
Zimbabwe	0.513	743.8	0.8
Togo	0.512	445.3	0.4
Yemen	0.508	294.8	1
Senegal	0.499	233.2	0.4
Eritrea	0.483	199.3	0.2
Nigeria	0.47	776.9	0.9
Tanzania (United Republic of)	0.467	464.9	0.1
Angola	0.446	606.1	0.7
Benin	0.437	301.4	0.3
Zambia	0.434	600.6	0.2
Congo (Democratic Republic of the)	0.411	296.2	0.1
Ethiopia	0.406	277.9	0.1
Mozambique	0.384	435.8	0.1

Ondas



Un programa de COLCIENCIAS



Un programa de COLCIENCIAS

