

PROYECTO DE GRADUACION

Trabajo Final de Grado

Ejercítese, genere energía
Gimnasios que producen electricidad.

Diego Fernando Ramírez Peñuela
Cuerpo B del PG
22 febrero 2016
Diseño Industrial
Investigación
Nuevas Tecnologías

Agradecimientos.

A mis padres y hermana, sólo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos y de cierta manera han estado inspirados en ustedes, jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza. Y especialmente a la jubilación de mi amigo el ingeniero Hugo Fernando Ramírez hecho que me permitió tener a un profesional de la materia disponible para ayudarme a concluir este proyecto.

Índice.

Introducción.....	5
Capítulo 1. Energías Alternativas, soluciones amigables con la vida en el planeta.....	16
1.1 Por qué se necesitan fuentes energéticas alternativas a las existentes.....	20
1.2 Contexto social y político que influye en los desarrollos sostenibles.....	21
1.3 Importancia de la eficiencia y el buen uso de los recursos.....	25
Capítulo 2. Consumo y desarrollo sostenible.....	32
2.1 Sostenibilidad del consumo.....	32
2.2 Consumismo o consumo responsable.....	35
2.3 El manejo de los RAEE.....	40
Capítulo 3. Tecnologías verdes.....	42
3.1 El mercado, aspecto económico esencial para el desarrollo real de emprendimientos verdes.....	44
3.2 Problemáticas que enfrentan los desarrollos sostenibles.....	45
3.3 El papel de la unión y colaboración en esta clase de emprendimientos.....	50
3.4 Importancia del apoyo gubernamental.....	53
Capítulo 4. Energía Cinética: cómo se convierte el movimiento en electricidad.....	57
4.1 Concepto de generación eléctrica. Ley de Faraday.....	57
4.2 Necesidades técnicas para generar y almacenar energía.....	60
4.3. Como almacenar el exceso de energía generado.....	62
4.4 Eficiencia.....	63
4.5 Concepto de potencia, medición.....	64
Capítulo 5. Maquinaria de ejercitación que genera electricidad.....	66
5.1 Evolución de la bicicleta.....	66
5.2 Dínamos: generación de electricidad sobre la bicicleta.....	68
5.3 Capacidad de generación del ser humano.....	70

5.4 Bicicleta ¿medio de transporte o de generación?.....	71
5.5 Maquinaria de ejercitación diseñada para producir electricidad.	73
5.6 Máquinas que aprovechan el trabajo del pedaleo sin utilizar electricidad.....	77
Capítulo 6 estudio de casos.....	79
6.1 Proyecto de grado de la UIS	79
6.1.1 Diseño del estudio.....	79
6.1.2 Recopilación de la información.....	80
6.1.3 Análisis de la información.....	82
6.1.4 Conclusiones.....	83
6.2 Proyecto de grado de la universidad Nueva Esparta.....	84
6.2.1 Diseño del estudio.....	84
6.2.2. Recopilación de la información.....	85
6.2.3. Análisis de la información.....	86
6.2.4 Conclusiones.....	86
6.3 Proyecto de grado de la Universidad Nacional de Córdoba	87
6.3.1 Diseño del estudio.....	87
6.3.2 Recopilación de la información.....	89
6.3.3 Análisis de la información.....	90
6.3.4 Conclusiones.....	91
Capítulo 7 Conclusiones sugerencias y recomendaciones.....	92
Lista de referencias bibliográficas	98
Bibliografía.....	102

Introducción.

Aunque hace ya muchos años que el modo de vida de consumo y la civilización actual han llevado al planeta al deplorable estado actual, solo hasta hace pocas décadas y gracias a diversos estudios, se empieza a entender la verdadera magnitud del daño que el hombre como especie le provoca a todos los entornos que habita. Uno de los principales problemas que afecta y que ha afectado durante décadas al planeta es la manera “sucia”, por así decirlo, de producir electricidad que inventaron antepasados recientes y que se mantiene en la actualidad, pero en una escala más devastadora. Aunque es cierto que fue necesario usar estas maneras sucias de generar electricidad en el proceso de aprender, entender y evolucionar la tecnología de generación, la cual es pilar para concebir el modo de vida actual, es evidente e inevitable cuestionar si hoy en día los métodos empleados son los mejores ambientalmente hablando.

El aspecto ambiental debería ser el factor más importante al desarrollar proyectos de generación de energía pues, de lo contrario se verá que las empresas, entidades y gobiernos avanzan libremente destruyendo el planeta con conciencia de los irremediables daños que generan, a cambio de beneficios económicos para muy pocas personas. Por esta razón, hoy en día toma gran importancia escribir sobre las energías alternativas limpias, de alguna manera escribir sobre estas tecnologías en etapa de desarrollo ayuda a su promoción y conocimiento.

Primero que todo, no hay que olvidar que gracias a la energía eléctrica millones de familias pueden desarrollar distintas actividades tanto básicas como preparar alimentos o purificar agua, como otras no tan esenciales pero igualmente importantes para llevar el ritmo y nivel de vida actual como son: el uso de electrodomésticos, herramientas de informática, de comunicaciones, industriales, de seguridad y otras muchas. También la industria y todas las actividades económicas e institucionales a todo nivel dependen del suministro suficiente, confiable y oportuno de la energía. En pocas palabras es imposible

concebir la vida de hoy sin las fuentes de energía existentes actualmente. Sin embargo, aunque la humanidad está inmersa en un mundo dominado por la electricidad son pocas las personas que se preguntan de dónde viene o como se produce este indispensable recurso. La mayoría de las personas se conforma con entender que cualquier cosa que se conecte a la toma de la energía simplemente funcionará, sin cuestionarse toda la cadena necesaria para producirla, sus implicaciones y sus costos ambientales. Algo similar ocurre, cuando se dispone fácilmente de agua en condiciones óptimas para el consumo con solo abrir un grifo o de aire limpio con solo respirar. Las personas no se preguntan cómo llegan los elementos fundamentales para vivir en su entorno, ni todo el trabajo realizado y las condiciones que se deben cumplir para continuar disfrutando de ellos. Se sabe hoy que la forma en que se desarrollan todas las actividades de la sociedad afecta directamente las fuentes de agua, aire y energía.

El desarrollo del proyecto de grado se inició con la conjunción de varias ideas: por una parte la necesidad de ayudar a divulgar la problemática ambiental actual, y por otra observar todos los problemas que tiene una tecnología sostenible para desarrollarse en la sociedad actual, tomando como ejemplo la generación de energía limpia en máquinas de ejercitación partir de la potencia humana. La fuente de la información necesaria es la revisión documental de estudios realizados, información técnica de los elementos o equipos aplicables que están disponibles, la aplicabilidad al caso planteado, las formas de generación y uso actuales de la energía y sus consecuencias sobre el ambiente.

También se incluyen los conceptos básicos que ayudan a interpretar los hechos presentados como sostenibilidad, tecnologías verdes, consumo, eficiencia, huella ambiental y otros. Con esta información se inicia el análisis de la situación planteada desde el punto de vista del diseño para proponer la aplicación, divulgación y pedagogía intensivas de las formas sustentables de generación de energía, haciendo especial énfasis en la viabilidad técnica y económica de las propuestas planteadas.

El Proyecto de Grado titulado *Ejercítese, genere energía. Gimnasios que producen electricidad*, quiere responder a las preguntas ¿qué importancia tiene generar energía con máquinas de gimnasio en la situación ambiental del planeta? y ¿por qué la sociedad actual es incapaz de impulsar este tipo de desarrollos? Se inscribe en la categoría de Investigación y fue desarrollado como una investigación cualitativa, no pretende desarrollar un estudio estadístico de una gran cantidad de datos, ni deducir estrictamente relaciones causa – efecto de los antecedentes aportados con las conclusiones planteadas. Por el contrario se estudian hechos basados en la investigación documental para inducir las conclusiones que se presentan. Se analizan e interpretan los hechos presentados, tomados de la investigación documental, de la forma natural como se han desarrollado.

La generación de energía en máquinas de ejercitación es relevante por dos razones: por una parte obtener energía eléctrica en lugares a donde no ha llegado la red eléctrica, beneficiando a muchas personas que viven en sitios aislados y por otra parte suministrar una fracción, aunque sea pequeña, de la energía requerida sin consumo de combustibles fósiles. Adicionalmente se aprovecha esta actividad para mejorar la condición física de las personas y es una herramienta importante de sensibilización y aprendizaje sobre las formas de producción de la energía y sus consecuencias sobre el ambiente.

Este tipo de máquina aprovecha los movimientos que puede ejercer una persona sobre el dispositivo para convertir estos esfuerzos en energía eléctrica aprovechable y combinar esta actividad con la creciente necesidad de las personas de ejercitarse en gimnasios, hábitos y rutinas diarias cada vez más presentes en la población mundial. Aunque hace ya bastante tiempo se estudia este tipo de máquinas, ahora puede tener una gran utilidad debido a la creciente cantidad de gente que emplea parte considerable de su tiempo ejercitándose. Es una realidad que hay una importante cantidad de personas que se entrenan en estos espacios. Seguramente, en un futuro no muy lejano, la mayoría de los

gimnasios aproveche este concepto para reducir costos propios. El aprovechamiento de los esfuerzos generados en rutinas de entrenamiento que realizan las personas sobre las máquinas ya es una realidad, tanto en gimnasios cerrados en donde se aprovecha la energía producida en el consumo general del establecimiento, como en otros gimnasios públicos, que están apareciendo hace ya unos años en importantes ciudades del mundo, en donde las personas cargan directamente pequeños equipos como celulares y laptops. La lógica de la evolución de los aparatos eléctricos es cumplir las mismas necesidades pero consumiendo menos energía, como por ejemplo, las bombillas ahorradoras que iluminan de mejor manera utilizando menos energía que las tradicionales.

Como alternativa energética en desarrollo, la línea temática a la que pertenece este escrito es Tecnologías Nuevas debido al carácter innovador de la propuesta tecnológica analizada que aparece en esta clase de máquinas y cómo ésta puede afectar la vida cotidiana de una sociedad, incorporando una nueva función a los hábitos de ejercitación. Escribir sobre esta clase de tecnología, sus antecedentes, desarrollos, posibilidades y temas relacionados con la misma, motiva a la reflexión de cómo y en qué otros contextos puede aprovecharse este tipo de máquinas que produce electricidad para mejorar la vida de las personas. Se analizarán los antecedentes tecnológicos previos para entender cómo funciona la tecnología. Se explicará cómo es posible obtener electricidad de la ejercitación humana en las máquinas de gimnasios de hoy, analizando cómo se obtiene electricidad del movimiento y se revisarán los antecedentes en esta materia.

Se definirá qué es una tecnología verde y qué problemas tiene comúnmente para desarrollarse. En Proyectos de Grado de la Universidad de Palermo como *Arquitectura sustentable* de Mariana Valdivi (2011), *Diseño de interior de un hostel sustentable* de María Weyers (2011), *Terrazas verdes*, Molina (2011) y *Diseño interiores en casas containers*, Petrelli (2011) se puede evidenciar cómo una nueva generación de diseñadores busca este tipo de alternativas energéticas para nutrir sus propuestas desde

el diseño. Todos buscan desarrollar proyectos que reúnan varias tecnologías alternativas en la eficiencia y producción de energía con una mayor sustentabilidad de los mismos. Se puede apreciar cómo, a nivel institucional y cada vez con mayor frecuencia, los nuevos profesionales buscan mejorar su entorno, ambientalmente hablando; en estos proyectos los diseñadores plantean utilizar dos propuestas tecnológicas de energías alternativas que podría decirse son las más conocidas: la energía solar y la eólica, combinadas con otras propuestas de utilización de aguas lluvias y mejoramientos en los materiales de construcción. Entonces se evidencia la importancia de escribir sobre las propuestas menos estudiadas o conocidas; se puede observar que si propuestas tecnológicas como la de esta maquinaria de ejercitación están poco estudiadas y difundidas no tienen la posibilidad de llegar a proyectos donde serían de gran importancia y marcarían una enorme diferencia. En proyectos de grado como *La impronta ecológica del diseño industrial*, Massot (2013) e *Iluminación sustentable*, Pastorutti (2014) se puede observar que el interés de las personas, en este caso de la universidad, de mejorar los aspectos ambientales existe, falta entonces darles a los diseñadores más herramientas con las cuales puedan enriquecer sus proyectos; escribir más sobre el tema se hace cada vez más importante.

Si hay algo claro en el estudio de las energías alternativas es que una sola propuesta no será suficiente para suplir la demanda energética actual, pero la combinación de varias tecnologías tiene una gran posibilidad de dejar en el pasado a las fuentes actuales. El escrito pretende guiar al lector en los aspectos técnicos y de fabricación alrededor de lo que se enmarca como una tecnología verde en desarrollo, para entenderla adecuadamente y servir en alguna forma a su desarrollo. Las fuentes de energía alternativas amigables con el planeta podrían dar resultados similares a las que no lo son si se les diera una oportunidad; hoy en día son ampliamente estudiadas debido al agotamiento de recursos y al deterioro del planeta. El ejercicio, recurso que se explota

para generar electricidad en esta maquinaria, es una actividad que aparte de ser muy practicada hoy en día, trae beneficios para la salud.

Parte importante de los problemas producidos por la forma de obtener la energía es que aunque la mayoría de las personas están familiarizadas con las fuentes de energía modernas como las centrales hidroeléctricas, las centrales térmicas, los generadores de vapor y las centrales nucleares, pocas entienden realmente o dimensionan cómo estas maneras de transformar esa energía para el consumo diario afectan el planeta y en qué grado éste ya se encuentra deteriorado. Independientemente de que las personas entiendan o no la gravedad de la situación, ésta no se detiene sino que, al contrario, aumenta exponencialmente con la necesidad cada vez mayor de electricidad. De hecho, los daños colaterales que generan estas formas de producción amenazan cada vez en forma más elevada con destruir los sistemas generadores de vida en la tierra, de los cuales dependen todos los habitantes del planeta. Paradójicamente, estas centrales de energía también dependen para su funcionamiento de los sistemas que están destruyendo. A grandes rasgos, los sistemas actuales de generación eléctrica no son viables tampoco para las multimillonarias compañías que los perpetúan. El problema puntual para el ambiente es la manera como se transforman recursos en energía, emitiendo por lo general grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), perjudiciales para la capa de ozono la cual es patrimonio de todos, contaminan, secan ríos y cambian tan drásticamente los entornos en donde se encuentran que la vida en estos lugares prácticamente deja de existir. Por esta razón, hoy más que nunca se necesita conocer sobre estas alternativas y surge entonces la pregunta lógica de si se puede producir energía en la misma escala, utilizando otros métodos. Evidentemente sí se podría realizar, pero el cambio es lento y difícil y debe tenerse todo el apoyo de gobiernos y sociedades para producirlo, y de cierta manera, imponerlo.

El escrito también explorará cómo debe encararse un proyecto de esta índole en el mercado actual y se analizarán varios aspectos del real desarrollo de las tecnologías en crecimiento.

En ejemplos como el de las bombillas de bajo consumo, se puede evidenciar cómo la solución tecnológicamente existe pero es anulada por la opción más económica, que genera mayores desperdicios y es totalmente insostenible. Evidentemente, se pueden usar otras tecnologías alternativas para suplir esta necesidad. Pero entonces ¿por qué se siguen usando las más dañinas, contaminantes y perjudiciales formas de obtenerla? Sin entrar en más detalles de lo que la humanidad está haciendo mal, es preciso entender que actualmente se están explorando muchas tecnologías alternativas que evidentemente no son tan dañinas para la sostenibilidad del planeta. Se conocen como tecnologías alternativas y todo parece indicar que todas ellas juntas podrían generar la energía requerida para reemplazar la que actualmente se produce con los métodos contaminantes tradicionales. La diferencia radica en que no afectarían el entorno donde se desarrollan, serían rentables para los países o empresas y, lo más importante, aunque menos tenido en cuenta, no dañarían los sistemas generadores de vida del planeta. Pero aparece entonces otro interrogante: ¿la sociedad actual está utilizando y distribuyendo los recursos en la forma más eficiente, sustentable y equitativa posible?

Las tecnologías verdes y el cambio energético son un tema que emociona hoy en día a muchas personas como Acevedo (2011) en su Proyecto de Grado *Cambio energético o* Nataly Díaz (2013) en su proyecto *Sustentabilidad para emprender*, independientemente de su búsqueda particular. También a la diseñadora Ana Napolina Nervi (2011) que en *Eco reforma* plantea la remodelación de una casa a orillas de lago Lolog en la provincia de Neuquén. Su proyecto busca que la remodelación vuelva sustentable la casa para estar en equilibrio con la naturaleza que la rodea, naturaleza que está muy presente en el ambiente de Neuquén. Este mismo interés de hacer un espacio más sustentable con su

entorno es evidente en el Proyecto de Grado *Interiores vivos*, Bila (2011). Es emocionante pensar en una nueva ola de productos que revolucionará la forma en que se vive, le pondrá fin a la degradación actual del planeta y conservará sus recursos para las nuevas generaciones. Pero no debería tratarse de enunciar cambios sino de realizarlos realmente. Actualmente se están haciendo serias inversiones de dinero a nivel global, “se estima que el mercado global de recursos energéticos alternativos alcanzará los US\$315.000 millones para el año 2018. En los últimos años la cantidad de “inversiones significativas” ha crecido más del treinta por ciento” (*Diez lecciones*, 2011 p. 166). Así que el desarrollo de estas tecnologías se vuelve un tema serio desde el punto de vista económico y esto es muy importante porque este aspecto es el que más ha perjudicado en años anteriores el desarrollo de estos emprendimientos tecnológicos. Actualmente, los principales enemigos de estos desarrollos son las multimillonarias mega- industrias que se han creado alrededor de la generación de energía, las cuales son vistas como negocios y no como generadoras de los recursos necesarios para la evolución y el bienestar de las personas. Desafortunadamente se siguen utilizando estas formas tan precarias de generar energía, porque estas industrias evidentemente no van a aceptar el daño que genera su forma de producción y lamentablemente tienen el poder para imponerse económica y políticamente.

La maquinaria de ejercitación que genera electricidad es básicamente, para no entrar en los detalles técnicos de los que se hablará posteriormente, una idea que reúne dos conceptos: el primero, los generadores que transforman el movimiento en energía eléctrica aprovechable y el segundo, la costumbre actual de las personas de ejercitarse ayudándose de máquinas. En una escala más grande, para entender mejor este concepto, se puede comparar con lo que ocurre en una central hidroeléctrica donde el agua que corre a través de las turbinas hace que éstas giren para convertir la energía del movimiento natural de los ríos, cuando descienden, en electricidad. En esta maquinaria ocurre lo mismo pero la fuente de energía que utiliza es un movimiento que realiza la

persona que usa el artefacto. Es el funcionamiento opuesto al de un motor eléctrico: el motor utiliza la energía eléctrica para producir un movimiento, por citar un ejemplo, un atornillador utiliza la electricidad para impulsar el giro del motor y atornillar. En las máquinas generadoras se aprovecha el movimiento mecánico que se ejerce sobre éstas para convertirlo en energía eléctrica. Así, aparece al concepto de utilizar las máquinas de movimiento elíptico como fuente productora de energía. Los generadores han estado presentes desde que existen motores y han evolucionado en conjunto con ellos, principalmente en la industria automotriz, aprovechando el motor de combustión interna para generar electricidad para el sinfín de comodidades y lujos que tienen los autos, como aire acondicionado, vidrios eléctricos, sonido, etc. y en los elementos de control indispensables hoy en los automóviles, como los computadores y accesorios que hacen más eficiente y segura su operación. La mayoría de estos accesorios se alimenta de generadores internos que a su vez se alimentan del motor de combustión interna.

Actualmente, la idea de maquinaria operada por personas para producir electricidad toma importancia por la crisis energética. Para citar un caso, existen cárceles en la ciudad de Rio de Janeiro en donde los reos pueden reducir su condena a cambio de generar electricidad para la ciudad utilizando varias horas al día este tipo de maquinarias.(Terra,2010) Se podría decir que el problema de acceder a energía eléctrica está resuelto si no miráramos las consecuencias ambientales, así que el desarrollo de este tipo de emprendimientos sustentables hace veinte años era casi inútil en cualquier contexto en donde existiera una toma de corriente. Aprovechar los esfuerzos de las personas como alternativa energética tampoco habría sido una opción muy atractiva, porque nadie iba a estar horas realizando el movimiento necesario solo para producirla, pero ahora la idea de este tipo de tecnología toma importancia gracias a la práctica generalizada de las rutinas en gimnasio.

Actualmente, es una práctica muy común en la población mundial pasarse horas en máquinas generando movimientos sin ningún beneficio más que el físico, es decir, literalmente, hay gente subida en máquinas durante horas generando estos movimientos que podrían ser aprovechados por los generadores para producir electricidad.

Los primeros ejemplares de máquinas similares son los construidos en forma casera reciclando bicicletas con el fin de acumular electricidad en baterías de auto. Con estas máquinas bastante precarias y carentes de diseño, hay gente que produce electricidad en lugares remotos, como selvas y bosques. Hacia el año 2010 aparecen casi simultáneamente en Gran Bretaña y Estados Unidos propuestas formales de gimnasios que incluyen maquinaria generadora de electricidad; en este caso eran públicos y estaban ubicados en plazas, con el fin de que los usuarios pudieran cargar sus laptops o celulares. Estas máquinas algo toscas permitían ver datos como la cantidad de calorías quemadas, su equivalente en energía generada medida en vatios para saber cuánto consumían y cuánto producían en cierto tiempo. En ciudades como Manchester y Nueva York aparecen dos gimnasios más grandes y complejos comparados con los anteriores. Estos gimnasios ya eran complejos recintos con máquinas diseñadas y concebidas para aprovechar el ejercicio de los usuarios y así disminuir la cuenta eléctrica del establecimiento. En un caso comentado por el dueño de uno de estos lugares, la factura de electricidad se redujo a menos de la cuarta parte. Podría pensarse que toda máquina de gimnasio puede ser adaptada y utilizada con esta tecnología generadora de electricidad, pero la verdad es que solo cierto grupo de máquinas y algunos nuevos híbridos enfocados ya en cumplir ambas funciones pueden utilizarse en este tipo de gimnasios.

La propuesta de los productores eléctricos en gimnasios como alternativa es bastante viable teniendo en cuenta el concepto de que las tecnologías verdes deben complementarse entre ellas. Estos gimnasios serán otro eslabón más en la cadena de

tecnologías que deben trabajar juntas para proveer la energía que necesita la sociedad. Se puede considerar entonces el mercado de energías renovables que en años recientes ha tenido increíbles progresos en las energías solar, eólica y geotérmica. Entre 1998 y 2008 la capacidad instalada global para estas fuentes de energía creció de 20 a 145 gigavatios; en Dinamarca, hoy el 20 por ciento de energía se genera de origen eólico. (“Diez lecciones”, 2011, p.175)

Capítulo 1. Energías Alternativas, soluciones amigables con la vida en el planeta.

Es importante, al hablar de energías alternativas, dar un vistazo a las formas anteriores de generación. Históricamente, se puede decir que la generación de energía usando las formas de extracción actuales se inició con la revolución industrial. Lewis Mumford (1997) en su obra *Técnica y civilización* plantea el tema de las múltiples formas en que se han afectado desde el comienzo de la era industrial las condiciones de vida de las personas. Al establecerse las industrias químicas como las de sodio, cemento y amoníaco no se hizo ningún esfuerzo para evitar la contaminación del aire ni del agua, ni siquiera algo tan elemental como tratar de alejar estas factorías primitivas de los asentamientos humanos, para evitar la afectación de su salud. Si no eran las factorías, era el ferrocarril.

De las fábricas de sodio, de amoníaco, de cemento, de las de gas salían polvo, humos, efluvios, a veces nocivos para los organismos humanos...Incluso donde no había en absoluto fábricas químicas, el ferrocarril distribuía suciedad y polvo: el tufo del carbón era el verdadero incienso del nuevo industrialismo. Un cielo claro en un distrito industrial era el signo de un cierre o de una depresión en la industria.

Si la contaminación atmosférica fue la primera característica de la industria paleotécnica, la de las aguas fue la segunda. El verter los productos de desecho químicos e industriales en las corrientes de agua fue algo característico del nuevo orden. (Mumford, 1997, p.189)

Como consecuencia del establecimiento de cada factoría, se contaminaban los ríos sin ninguna atenuación. Los peces morían o emigraban. Los residuos que, por su tamaño o peso, no podían arrastrar las corrientes de los ríos, quedaban amontonados en pilas en el entorno de cada fábrica o se utilizaban para rellenar pantanos, barrancos o cualquier formación creada por la naturaleza. Las ciudades anteriores y las que se formaron sin ninguna planeación ni ordenamiento para albergar de cualquier manera a los trabajadores de las factorías, formaron la tercera forma de contaminación: los excrementos humanos vertidos sin ningún tratamiento previo a los cuerpos de agua se convirtieron en caldo de cultivo de los microorganismos de las enfermedades que se

filtraban de los improvisados desagües a las fuentes de donde los habitantes de estas ciudades tomaban el agua para su consumo. (Munford, 1997, pp.190-191)

La especialización en determinados aspectos de la industria en cada región también produjo sus resultados:

El resultado fue una vida social pobre y estrecha y una industria precaria...Sobre todo desapareció, el estímulo psicológico y social que se deriva del cultivo de operaciones diversas y numerosas...la destrucción de bosques y la construcción de grandes masas de ladrillo y pavimento de piedra sin tener en cuenta las condiciones especiales del sitio y del suelo, todo ello fue una forma de destrucción y de despilfarro. El costo de la indiferencia por el medio como recurso humano, ¿quién puede medirlo? (Munford, 1997, p.191)

¿Por qué es tan importante escribir sobre estas alternativas en desarrollo? gracias a la energía eléctrica, millones de personas pueden desarrollar distintas actividades , la industria depende enteramente de un continuo suministro de energía eléctrica y aunque hoy se vive en un mundo a base de electricidad en donde toda actividad diaria está relacionada con su consumo, parece que la mayoría de personas es ajena al tema, pocos se preocupan por saber de dónde viene la energía que alimenta esta civilización. Hay una conformidad con entender que cualquier cosa que se conecta a la toma simplemente funcionará y la acción de cuestionar toda la cadena necesaria para producirla pasa a ser tema de especialistas. Algo similar ocurre con la conciencia en cuanto a utilización y aprovechamiento eficiente del recurso; la gente simplemente se ha vuelto indiferente. La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma; y esto es precisamente lo que se hace actualmente, se transforma de muchas maneras la energía existente en nuestro planeta para aprovecharla, aunque, como hasta ahora se empieza a entender, no de la mejor manera.

La opinión de diferentes autores pone de manifiesto que nos encontramos en un momento crítico del sistema energético debido a la necesidad de que el acceso a la energía se extienda a toda la humanidad. Frente a ello aparecen, por un lado, los límites en la disponibilidad de los hidrocarburos y, por otro, los problemas del cambio climático que obligan a pensar en reducir el consumo de los combustibles fósiles rápidamente, en particular petróleo y carbón. (Feijoo y Menéndez, 2004, p.87)

Desde hace pocas décadas, se empezó a entender cómo las diversas maneras que encontraron antepasados recientes de suplir esta necesidad tienen un impacto devastador en el planeta. La mayoría de las fuentes de generación de energía pueden ser consideradas nuevas en lo que se refiere a la historia del planeta; antes de su invención y durante 4000 millones de años ningún ser vivo precisó de estas maravillas de la ingeniería humana para su supervivencia. Y no es que antes no se usara la electricidad. Mientras se agregan más electrodomésticos a la red eléctrica, no hay conciencia de que, por ejemplo, el corazón humano, usando únicamente 0,7 voltios, es capaz de bombear un flujo diario de aproximadamente 7,50 litros de sangre por todo el cuerpo, dividiendo la tarea en pequeños esfuerzos de 70 milivoltios o que el cuerpo utiliza reacciones bioquímicas como la del potasio para producir esta energía eléctrica. La naturaleza ha estado generando energía eléctrica dentro de todos los seres vivos desde siempre; por el contrario, el hombre decide implementar sistemas que no toman nada de su conocimiento y parecen estar en contra de la vida misma. Siguiendo con el cuerpo humano y sus ejemplos reales, se puede apreciar como la bioquímica de éste genera todas las reacciones necesarias para permitir al corazón, sistema nervioso y cerebro funcionar durante años sin ninguna clase de mantenimiento. (Pauli, 2011).

Amory Lovins, uno de los pensadores más creativos del mundo en materia energética, sostiene que “el modelo de producción de energía centralizada de nuestra sociedad, que consiste en enormes centrales eléctricas con toneladas de cables que se extienden como tentáculos hasta cada casa, no es el sistema ideal para conseguir un sistema sostenible” (Pauli, 2011, p. 180). Como consecuencia de estas maneras de transformar esa energía para consumo, hoy el planeta se encuentra deteriorado y la tendencia no es parar el daño, por el contrario, éste aumenta exponencialmente. De hecho los daños colaterales que generan estas formas de producción amenazan cada día y en forma más elevada

con destruir los sistemas naturales y ecosistemas generadores de vida de los cuales depende todo, incluso estas centrales de energía para su producción y funcionamiento. Un sistema de generación alternativo como el de la maquinaria de ejercitación produce y consume la energía en el sitio en donde se usa, eliminando dos causas de contaminación: el uso de combustibles fósiles para la generación y el consumo del mismo combustible para generar la energía requerida en la producción de los materiales necesarios para los cables del sistema de transporte de la energía y para construir estructuras, centrales y redes de transmisión.

Como lo exponen Jorge Riechmann y Joel Tickner (2002) en *El principio de precaución*, la conciencia cada vez mayor que tiene la humanidad de que los impactos de su actividad doméstica e industrial sobre la salud de todos los sistemas del planeta son de gran escala y en muchos casos de alcances que aún no se conocen completamente, llevan a la necesidad de plantear la aceptación del principio de la precaución. Este principio se basa en la defensa de los derechos de todas las personas actuales y futuras a un ambiente sano; en exigir una acción preventiva cuando exista una evidencia creíble de que se esté presentando o causando un daño, aunque aún no se tenga conocimiento exacto de su naturaleza o magnitud; en exigir evaluación y adopción de los métodos más seguros entre los varios que permitan satisfacer las necesidades de la sociedad; en exigir a los actores de actividades potencialmente peligrosas asumir la responsabilidad de estudiarlas a fondo y minimizarlas, bajo supervisión independiente; en aplicar procedimientos transparentes de toma de decisiones, con participación de todos los posibles afectados; en la participación de grupos interdisciplinarios amplios y capaces; en la difusión amplia y abierta de las incertidumbres que existan. La razón de esta precaución son los vacíos que aún existen en nuestra comprensión sobre los sistemas biológicos complejos, de su interconexión con otros organismos y sistemas, así como el potencial de los riesgos de intervenirlos. En resumen, el principio de la precaución se

basa en exigir la aplicación de la responsabilidad empresarial con la humanidad. (Riechman y Tickner, 2002, p.127)

1.1 Por qué se necesitan fuentes energéticas alternativas a las existentes.

El problema puntual para el ambiente es la manera en que se produce energía; por lo general, estos métodos emiten grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) el cual es perjudicial para la capa de ozono, capa que es una necesidad común a todo tipo de vida en el planeta. Pero, si bien siempre van a existir alternativas en la generación de energía, es muy importante entrar en la discusión de otro tema que se debe tocar cuando se habla de verdaderos cambios. La situación ideal es que se pueda obtener toda la energía necesaria para sustentar una sociedad con tecnologías verdes como la energía eólica, solar, las mareas y otras como los gimnasios, tema principal de esta investigación. Algo primordial que debe entrar en el análisis es el consumo, qué tan consciente está la gente de la cantidad de energía que se gasta y más importante aún de la que realmente se necesita; ¿se hace el mejor uso de lo que hay disponible? ¿Se consigue que la tecnología existente trabaje con mejor eficiencia para llegar a consumir mucho menos de lo que consume hoy? ¿Se está entrando a un terreno de verdadero cambio? La conciencia sobre el consumo es un punto importante que se debe analizar en torno a cualquier tipo de proyecto energético.

El hecho de que la persona use una máquina generadora y literalmente sude para obtener la electricidad tiene un valor lúdico y pedagógico agregado ya que la persona puede darse cuenta de cuanto esfuerzo físico debió usar para llegar a cargar, por ejemplo, su celular. Para conseguir los cambios es necesario desligarse y cambiar el modelo empresarial; se requiere reducir la demanda de petróleo y de los minerales que se refinan quemando más combustibles fósiles.

Hace ya bastante tiempo que la especie, a pesar de deberle todo a la naturaleza, perdió casi todo diálogo con ella y, para generar un verdadero cambio a nivel global, es

necesario que vuelva a tomar este diálogo. Otro componente esencial para producir estos cambios significativos a nivel global es la cooperación entre naciones; la cooperación entre personas sin importar sus características individuales ha demostrado ser la mejor herramienta del hombre, si bien es algo complejo; hay ejemplos como el citado por Rodrigo Tarte que demuestran que es posible: en 2001, se anunció la puesta en operación de la estación espacial internacional:

En este proyecto, de una complejidad y sofisticación sin precedentes, participaron más de 100.000 personas, 500 organizaciones de 37 estados de los EE.UU y 16 países. Todo fue posible gracias a la cooperación y perseverancia de los socios, quienes dejaron a un lado diferencias de lenguaje, geografía y filosofías de ingeniería, para hacer funcionar una nave espacial que es más grande que un campo de fútbol y viaja sobre la tierra a una velocidad de 27.000 km/h a más de 300 km de altura. (Tarte, 2012, p.12)

En ejemplos como éste es posible evidenciar que estos proyectos son posibles gracias a la cooperación entre las personas y hasta que no haya una integración a nivel global similar a ésta en busca de mejorar el planeta, la situación actual seguirá siendo la misma.

1.2 Contexto social y político que influye en los desarrollos sostenibles.

El Foro económico mundial (FEM) es el conjunto de compañías que se reúne para discutir y encontrar soluciones para los temas más urgentes que enfrenta el planeta. Esta organización es una élite donde participan las compañías más grandes del mundo, cada una con ingresos anuales superiores a los USD 5.000 millones. Las conclusiones de su más reciente reunión, celebrada en Davos, Suiza, en enero de 2011, presentan una lista de diez riesgos que amenazan el futuro de la humanidad, todos plenamente conocidos desde antes y añaden que la creciente crisis financiera global ha mermado la capacidad de seguir creciendo económicamente, lo que produce un estado de impotencia para hacer frente a estos riesgos.

Esta lista enumera de la siguiente manera los riesgos: “Desigualdades económicas, fracasos en la gobernación global, conflictos geopolíticos, estados frágiles a la corrupción, inseguridad alimentaria, fallos regulatorios, cambio climático, crisis fiscales y colapso de los precios de las acciones.”(Tarte, 2011, p.12)

Es preocupante que estas reuniones terminen con conclusiones como la recurrida de que no hay dinero para enfrentar estas amenazas, cuando cada ente participante tiene ingresos anuales por USD 5.000 millones. Este ejemplo quiere hacer referencia a la manera en que se manejan temas tan importantes como éste actualmente. Un grupo de acomodados personajes se reúne en elegantes salones solo para enunciar lo obvio y añadir que no hará nada al respecto. En esta reunión se pretende salvar la condición humana con recetas economicistas que irónicamente son, posiblemente, las que generan los problemas y que de nada sirven en lo práctico en el momento de ayudar al planeta. Lo que se quiere destacar es que se pueden hacer grandes asociaciones cuando el resultado buscado es algún beneficio económico como el ejemplo de la estación espacial, pero cuando se trata de salvar el planeta el único resultado es enunciar de manera económica los problemas y decir que no hay capital para solucionarlos. Salvar el planeta no debería ni siquiera estar en tela de discusión, pero hoy en día se negocia con la vida diariamente en nuestro sistema. Pero, ¿por qué el hombre no puede gestionar esfuerzos colectivos que aseguren el bienestar de todo lo que ocupa el planeta? Son la avaricia y la codicia los factores más fuertes que difícilmente podrán superarse.

Es un hecho el paulatino agotamiento de los depósitos existentes de los combustibles fósiles, situación que ha llevado a los líderes de esta industria a buscar soluciones agresivas, presentadas como indispensables. Una de ellas es el procedimiento llamado en inglés *fracking*, o fracturación hidráulica, que se inició en forma comercial en 1998. Se aplica a campos petroleros considerados antes como improductivos por no tener depósitos grandes de material orgánico de donde se pudiera obtener por destilación

petróleo o gas combustible. Consiste en ubicar zonas donde haya una capa de pizarra o esquistos bituminosos, aunque no sea un yacimiento grande, realizar perforaciones inicialmente en forma vertical a profundidades hasta de 2500 m. A continuación, la perforación continúa horizontalmente una longitud cercana a los 3000 m, para hacerse una idea de la distancia, 3000 m es lo que hay más o menos entre el obelisco y el shopping alto Palermo en línea recta. Posteriormente el procedimiento inyecta agua a presión con arena y otros aditivos químicos. La inyección de agua a presión fractura el lecho rocoso que contiene los hidrocarburos líquidos o gaseosos, haciendo que los canales existentes, que normalmente tienen un diámetro de menos de 1 mm se amplíen y permitan la salida de los hidrocarburos. No siendo suficiente la colosal perforación, para evitar que los canales ampliados se derrumben, el agua se inyecta con sustancias químicas adicionadas con este fin. Este procedimiento no parece complicado, sin embargo tiene implicaciones serias para el medio ambiente. Por una parte los químicos inyectados, de los cuales las petroleras no dan mayor información, producen contaminación del terreno y de los depósitos de agua subterránea. Por otra parte, la inyección de agua a presión produce inestabilidad en el terreno y, si existen tensiones internas entre las placas tectónicas, puede inducir movimientos sísmicos de intensidad variable. También existe la posibilidad de que al inyectar el agua salgan a la superficie partículas de materiales contaminantes como metales radiactivos u otros que pueden existir en la cavidad fracturada.

Por otra parte, de la cantidad de agua inyectada solo se recupera entre el 20% y el 80%, de acuerdo con las características de cada operación particular, por lo cual un porcentaje de agua inyectada permanecerá en forma subterránea en la zona afectada, llevando la contaminación de los aditivos a los acuíferos, de donde en muchos casos se toman las aguas que surten los acueductos para consumo humano en la región, estas regiones serán seguramente lugares muy alejados de las regiones donde tienen sus hogares los dueños de estas compañías, en muchas ocasiones no serán ni siquiera el mismo país

sede de la empresa destructora. Además, el agua inyectada permanece en forma subterránea disminuyendo la cantidad disponible para consumo humano, agrícola e industrial.

La fracturación de un solo pozo requiere entre 9 y 29 millones de litros de agua. El ritmo de explotación anual de 9,000 nuevos pozos en Estados Unidos que se pretende exportar a México supondría un volumen de agua equivalente al necesario para cubrir el consumo doméstico (100lts/pers/día) de entre 1.8 y 7.2 millones de personas en un año. Ello acarrearía la disminución de la cantidad de agua disponible, lo que pondría en peligro los ecosistemas y la realización del derecho humano al agua y a la alimentación. En estados como Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, regiones donde esta actividad ya se está realizando, la disponibilidad de agua es limitada al tratarse de regiones con alto estrés hídrico (donde la demanda es mayor a la disponibilidad). (Alianza mexicana contra el fracking, 2016)

En general, la inyección del agua y los aditivos a presión crean alteraciones entre las capas del terreno y producen fracturación hidráulica no buscada en los conductos naturales existentes, provocando en oportunidades comunicación entre los depósitos de metano, materiales de carácter tóxico por su composición química o por su radioactividad y los acuíferos, con la consiguiente contaminación de las fuentes de agua disponibles en las cercanías para consumo humano.

En Estados Unidos existen más de 1,000 casos documentados de contaminación de fuentes de agua relacionados con el uso de la fracturación hidráulica. Se han identificado 750 tipos diferentes de productos químicos en los fluidos de fracturación analizados, entre ellos sustancias de gran toxicidad como el metanol, benceno, tolueno, etilbenceno y xileno. Además, el agua de desecho conocida como agua de retorno no sólo contiene los químicos y la arena que originalmente se introdujeron, sino también metales pesados, hidrocarburos e incluso materiales radioactivos, como el radón, que se encuentran en el subsuelo. A la fecha, no existe tratamiento efectivo para la misma, dejando el agua inutilizable para otros usos y fuera del ciclo hidrológico. Para su manejo se busca aislarla e inyectarla en pozos letrina, pero no es una solución ya que se ha comprobado que estos pozos filtran y se han contaminado acuíferos enteros (ej. California, EEUU). (Alianza mexicana contra el fracking, 2016)

La cantidad de agua subterránea es mayor que la circulante o que la contenida en los lagos. Existen acuíferos de millones de km². Se considera que cerca de una tercera parte de la población se abastece de agua subterránea. Además, las formas y características

de los acuíferos son variables, algunos son compartimentos o cavidades más o menos estancos mientras que otros tienen diferentes grados de porosidad o impermeabilidad, por lo que el equilibrio de las capas de la tierra y su contenido de agua son un sistema complejo que no se conoce completamente. En estas condiciones, la inyección de agua a presión con aditivos contaminantes puede tener consecuencias desastrosas para el equilibrio y supervivencia de nuestro planeta. El *fracking* es una opción que tienen las petroleras a disposición para utilizar si las condiciones del mercado del petróleo y gas lo justifican económicamente. Es un riesgo latente que se acentúa cuando el precio del petróleo se eleva por razones geopolíticas o por simple agotamiento de los recursos. (Fracking ez, 2013)

Tal como los riesgos del *fracking* existen otros procesos asociados a la tendencia de utilizar combustibles con contenidos altos de contaminantes que se habían restringido en su momento. En estos casos, claramente ha debido y debe aplicarse el principio de la precaución, mencionado antes.

1.3 Importancia de la eficiencia y el buen uso de los recursos.

A medida que se conocen y divulgan las consecuencias que tiene para la sostenibilidad del planeta la generación de la electricidad necesaria para mantener el nivel de tecnología que requieren la industria, la comodidad en la vida cotidiana, el procesamiento y difusión de la información y en general, mantener la forma de vida actual con una extracción y consumo de combustibles fósiles tan elevado, más evidente se hace la urgencia de replantear a fondo el tema de cómo se produce y cómo se utiliza la energía. Es imposible no considerar cómo las consecuencias de la forma actual de producción y uso de la energía, benefician en forma desproporcionadamente mayor a los países desarrollados y afectan, como resultado de este juego de imperios energéticos, a todos los demás países, principalmente a los menos desarrollados, muchos de los cuales no reciben los beneficios de la extracción pero sí las consecuencias negativas. En efecto, la

explotación del carbón y los hidrocarburos se concentra mayormente en países subdesarrollados que ven cómo su medio ambiente se deteriora dramáticamente con la minería legal o ilegal. Un claro ejemplo es la minería a cielo abierto, prácticamente sin control de los países en donde se realiza. Paradójicamente, los pueblos ubicados en las zonas mineras son cada vez más atrasados, con problemas crecientes de contaminación de aguas, destrucción de fauna, deforestación, degradación social y adicionalmente con mayor corrupción en sus administraciones municipales y regionales. Por otra parte la minería a nivel industrial, a cielo abierto, generalmente legal, desarrollada por empresas multinacionales, deteriora el medio ambiente en forma tan radical que impide que los suelos puedan recuperar su vocación agrícola, forestal o de producción de agua y oxígeno. Así, la explotación de los recursos para la producción de energía condena las zonas en donde aparece, zonas que antes eran fértiles, a quedar convertidas en desiertos tóxicos. En los países desarrollados, en cambio, hay un control relativamente mayor sobre la afectación de la generación y uso de la energía sobre el ambiente cuando se desarrolla en su territorio. De alguna manera, podría pensarse que las ventajas del uso de energía para mantener o mejorar el nivel de vida basado en tecnología justificarían, hoy en día y hasta cierto punto, las consecuencias de la forma actual de generación y explotación descritas brevemente antes. Pero antes de aceptar esta afirmación se debe hacer el balance real, considerando que la destrucción del ambiente es irreversible en muchos casos y que sus consecuencias afectan a toda la población aunque en forma inequitativa. Por otra parte, el uso ineficiente de la energía aumenta la cantidad requerida para suplir las necesidades reales. Es evidente entonces la necesidad inaplazable de racionalizar, entre tantas otras cosas, tanto las tecnologías para la producción de la energía como sus formas de consumo, para que la sociedad y el planeta sean sostenibles, tanto en sus recursos naturales, como en su estabilidad y desarrollo social y económico.

Limitándose al tema de la energía eléctrica, desde hace algunos años, se han buscado formas más eficientes de generación y uso de la misma considerando los procesos industriales en forma integral para encontrar cómo minimizar la producción de residuos y utilizar los subproductos de forma eficiente para la producción de energía.

La cogeneración es uno de los procesos industriales más eficientes de aprovechamiento de la energía eléctrica producida por energía térmica obtenida usando como combustible la biomasa del bagazo de la caña de azúcar.

La cogeneración es un procedimiento mediante el cual se produce de forma simultánea energía eléctrica, mecánica y térmica. El sector azucarero ha sido señalado por estudios nacionales e internacionales como aquel de mayor potencial de cogeneración en Colombia por su disponibilidad de biomasa, en especial el bagazo. Este subproducto, derivado de procesos de cosecha y molienda de caña, constituye la fuente primaria de energía para la cogeneración...

La cogeneración entonces utiliza la energía en forma de calor producida por el bagazo para generar vapor y luego mediante el uso de turbogeneradores, la energía eléctrica. El vapor de escape del turbogenerador entonces va al proceso productivo mientras que la electricidad es mayoritariamente utilizada para su consumo propio y una porción se vende a la red nacional. (Asocaña, 2014)

Un caso para destacar es el de los catorce ingenios azucareros del Valle del Cauca, en Colombia, que en sus orígenes tenían formas de producción tradicionales e ineficientes basadas en tecnologías antiguas que no integraban sus procesos propios con la generación de energía eléctrica en busca de una eficiencia mayor en la operación total de la factoría.

La industria azucarera nacional le está sacando el jugo a un negocio que no es precisamente el de los endulzantes, la producción de alcohol carburante e industrial o el bagazo para las fábricas de papel. Se trata de la cogeneración, el procedimiento que les está ofreciendo la posibilidad a los ingenios del Valle del Cauca de modificar tecnológicamente sus plantas de producción y poner en marcha un eficiente esquema para originar energía térmica y eléctrica en un solo proceso. Pero lo más sorprendente es que el procedimiento no sólo les está sirviendo para autoabastecerse, sino para vender una buena capacidad energética a la red de interconexión nacional.

El negocio es prometedor. La capacidad de generación actual que tienen los ingenios en el mercado local, gracias a la biomasa, supera los 80 megavatios, algo que lograron después de invertir unos US\$82 millones. Ahora, la apuesta viene por partida doble y cargada de los nuevos proyectos que están en marcha, los mismos con los que los ingenios buscan incrementar su capacidad de producción de energía a 150

megavatios y con los que ya están poniendo en el negocio algo más de US\$200 millones en estructura física. Todo, producto de la caña de azúcar. (Bohórquez, 2007)

Así, los ingenios producían por una parte, en calderas de carbón, el vapor requerido para los procesos propios de su actividad azucarera y por otro lado, compraban a las empresas electrificadoras la energía eléctrica necesaria para mover la maquinaria, iluminación de todas sus extensas áreas industriales, administrativas y de bodegas, acondicionamiento de aire y comunicaciones. El primer paso fue la utilización del bagazo o fibra que sobra después de moler la caña para extraer los jugos que contienen el azúcar como combustible para la producción de vapor, eliminando en su cadena productiva el consumo de carbón. Posteriormente, al desarrollar los sistemas de producción de vapor para sus procesos propios, apareció la posibilidad de generar energía eléctrica mediante turbinas. En el tema de las turbinas existen condiciones necesarias de temperatura y presión del vapor para que la generación de energía eléctrica sea eficiente. Lo mismo ocurre con la cantidad o flujo de vapor requerido. Estas condiciones no coinciden necesariamente con las requeridas para el proceso de manufactura del azúcar. La generación eficiente de energía en la turbina requiere vapor recalentado que, en termodinámica, significa que su temperatura es mayor que la que corresponde a la presión para vapor saturado, pero para su aplicación en los procesos manufactureros del azúcar se requiere vapor a menor presión y temperatura. Se requiere, entonces, la producción de vapor recalentado o supercalentado para la generación de energía y una vez expandido el vapor en la turbina y reducidos su presión y temperatura, se utiliza para los procesos propios de la manufactura del azúcar. Entonces, si se consideran las dos aplicaciones, manufactura y energía, separadamente, no serían coincidentes, pero integradas en un sistema son complementarias. Las consideraciones anteriores conllevan una situación nueva. La generación eficiente de energía eléctrica requiere, por las características de la turbinas, mayores cantidades de vapor que el proceso de manufactura. ¿Qué hacer entonces con el vapor excedente? Lo que hicieron

los ingenios fue producir más energía de la requerida y vender a las electrificadoras la energía restante, suministrándola a la red de interconexión. Convirtieron sus residuos en energía eléctrica para abastecerse y posteriormente generaron un excedente que pudieron vender. De esta forma el ingenio pasa de ser cliente de la empresa electrificadora a proveedor, diversificando su actividad y aumentando sus ingresos con un manejo eficiente de la generación y uso de la energía.

Cuando las exigencias ambientales llevaron a la decisión de mezclar obligatoriamente la gasolina con etanol para mejorar las condiciones de las emisiones y disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, los ingenios iniciaron la producción del etanol a partir del azúcar que ya producían para comestibles. Después de estudiar la composición del bagazo que se estaba utilizando como combustible para las calderas, los ingenios se dieron cuenta de que las fibras más largas podían utilizarse como materia prima para la fabricación de papel en fábricas ubicadas en la misma zona.

El vapor utilizado en la generación eléctrica y en la manufactura del azúcar, debe enfriarse y condensarse en intercambiadores de calor para ser reutilizado como agua que se calienta nuevamente en las calderas para producir vapor y reiniciar el ciclo. La cantidad de energía y el agua fría que se emplean con este fin también cuentan y son objeto de estudio para definir el punto óptimo de eficiencia. En este proceso de generación y manufactura, las eficiencias mecánica y termodinámica definen las cantidades de combustible empleado, de potencia generada, de agua utilizada y de producción, que en resumen dan un resultado económico que motiva la búsqueda de la eficiencia de la operación total del ingenio. Este resultado no garantiza por sí mismo la sostenibilidad del entorno ambiental y de desarrollo humano, pero es un punto de partida ya que por lo menos se están reutilizando los subproductos del proceso y se están gestionando producción y consumo eficiente de la energía. El ejemplo del ingenio permite recapacitar y ver cómo en el mundo real estas mejoras de eficiencia en la generación y

uso de la energía son estudiadas y empleadas. En este caso en particular, toda esta eficiencia se traduce en mayores ganancias para la compañía.

En una cervecería se presenta una situación similar a la de los ingenios. En el proyecto de grado *Suministro de energía para una cervecería (Aplicación de turbinas de vapor con extracción)*, los autores, para optar al grado de Ingenieros Mecánicos, desarrollan el tema. Existen varios tipos de industrias que requieren energía eléctrica y vapor para procesos de calefacción, simultáneamente. Una solución inmediata a esta situación es producir vapor supercalentado a alta presión para hacer girar una turbina que genera energía eléctrica; e independientemente producir vapor saturado a baja presión para calefacción. Cuando se trata únicamente de generar energía eléctrica es conveniente que el vapor producido para tal efecto tenga una presión y grado de recalentamiento altos para aumentar la cantidad de energía que se puede generar, evitando además la condensación dentro de la turbina. En el caso de una planta industrial que requiera únicamente vapor para calefacción, resulta más conveniente producir vapor a baja presión porque así se logra transmitir una cantidad mayor de calor por cada kilogramo de vapor. Si las necesidades de energía eléctrica y calefacción se presentan simultáneamente, no resulta económico generar vapor para cada propósito independientemente, porque condensar el vapor que sale de la turbina es más costoso en términos de energía. De esta manera se perdería una gran cantidad de combustible y sería necesaria también una gran cantidad de agua de enfriamiento para condensar el vapor que se ha expandido en la turbina.

Si la turbina opera con vapor que tiene una presión de salida baja, su temperatura será demasiado baja para ser útil en un proceso de calefacción. Modificando las condiciones del vapor es posible generar la potencia requerida y tener aún una cantidad suficiente de calor disponible para calefacción; utilizando turbinas de extracción o de contrapresión

según el caso, es posible ahorrar una cantidad considerable de combustible y reducir el consumo de agua de enfriamiento. (González y Ramírez, 1979).

Puede deducirse, como se vio anteriormente, que aún en los casos más difíciles en los que se requiere generar cantidades de energía variables y al mismo tiempo extraer de diferentes etapas de la turbina cantidades variables de vapor es posible, mediante la adecuada selección del equipo y una operación correcta, conseguir eficiencias altas en términos de manejo de la energía y, por supuesto, de utilidad económica.

Capítulo 2. Consumo y desarrollo sostenible.

Desde el punto de vista económico, el consumo se define como el gasto que hacen las personas, las familias y en general las instituciones de carácter privado o público para obtener los bienes que en su concepto se requieren para satisfacer sus necesidades de manera adecuada. De acuerdo con el grado de desarrollo de la sociedad y la capacidad adquisitiva de cada persona, así como de factores como la publicidad y el ánimo competitivo, el término necesidad tiene diferentes interpretaciones. Los bienes de consumo pueden ser productos o servicios, pueden ser de consumo inmediato, a largo o mediano plazo, pueden ser primarios o secundarios, reales o inducidos, privados o públicos, de carácter sostenible o depredador, legales o ilegales, tendientes a mejorar la calidad de vida o no.

Dentro de la cadena productiva de una sociedad, el consumo es el motor de la economía. Cualquier proceso económico busca una utilidad a través de la venta de productos o servicios.

De esta forma cuando las personas tienen empleos bien remunerados y estables o las empresas tienen buenas perspectivas y reglas de juego claras, el consumo tiende a aumentar, con un efecto importante en la actividad económica, industrial o de servicios. Otra teoría referente a los factores que afectan el consumo es la de la renta relativa, que establece que la proporción de sus ingresos que una familia dedica al consumo depende del nivel de consumo de las familias de su entorno, o aquellas con las que quiere emular. Este factor competitivo de las personas, estimulado por la publicidad pagada por los proveedores de bienes y servicios, estimula el consumo inútil o suntuario. (La gran enciclopedia de economía, 2009)

2.1 Sostenibilidad del consumo.

La pregunta que surge es quién define cuáles consumos satisfacen necesidades básicas reales y cuáles son suntuarios, inducidos por los interesados en aumentar sus ganancias

sin consideraciones ambientales o de beneficio real para el desarrollo integral de la sociedad.

De estas consideraciones surge el tema del consumo sostenible, responsable con el medio ambiente y con el desarrollo real de las condiciones que permitan el avance de la sociedad en los aspectos educativos, científicos, de salud, de equidad y de bienestar real.

Cuando el consumo se induce con fines exclusivos de beneficio económico de los proveedores de bienes, sin cortapisas ni limitaciones, se desbordan las formas de producción actuales que concentran la producción en países donde la legislación laboral es débil o no existe permitiendo el trabajo con mano de obra prácticamente esclava, con todas sus consecuencias sociales. Por otra parte los insumos necesarios provienen de países o regiones sin control de los métodos de extracción ni de las consecuencias humanas ni ambientales de los mismos. Se hace evidente entonces que el consumo controlado únicamente por las leyes del mercado lleva al desastre ambiental y humano hacia el cual va la sociedad actual. El PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) ha planteado 17 objetivos para conseguir un desarrollo sostenible. El objetivo número 12 se refiere a consumo responsable y desarrollo:

Para conseguir un crecimiento económico y desarrollo sostenible, es urgente reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. La agricultura es el principal consumidor de agua en el mundo y el riego hoy representa casi el 70% de toda el agua dulce disponible para el consumo humano.

La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos, como asimismo apoyar a los países en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo para 2030. (PNUD, 2016)

Tema principal dentro del desarrollo del Proyecto de grado ha sido el estudio de las condiciones, formas de obtención y consumo de la energía que es uno de los bienes de

consumo más importantes dentro de la actividad económica del mundo. Lo dicho antes sobre el consumo y sus excesos aplica plenamente al mercado de la energía. Por otra parte el consumo de la energía está presente en la mayoría de actividades industriales y de servicios, por lo que su forma de obtención y consumo es tal vez el más importante de toda la cadena productiva actual.

El pensador colombiano Arturo Escobar fue entrevistado por Steven Navarrete en el diario El Espectador. Escobar, Ingeniero Químico de la Universidad del Valle, Ph. D de la Universidad de Berkeley en planeación y desarrollo, alumno de Michel Foucault, profesor visitante en importantes universidades de Argentina, Inglaterra y España y actualmente Kenan Distinguished Teaching Professor of Anthropology de la Universidad de Carolina del Norte, hablando sobre el actual proceso de paz en Colombia y las condiciones necesarias para el posconflicto, con relación al concepto de desarrollo afirma enfáticamente que no se puede pensar, para el posconflicto, utilizando las mismas categorías que produjeron como resultado el conflicto. Opina que se necesita pensar en otra forma, con una versión más holística donde no se dé tanta importancia al factor económico y al consumo. No se debe priorizar, afirma, la expansión de grandes plantaciones a sangre y fuego en nombre del desarrollo, por el contrario se debe buscar sobre todo “el bienestar de la gente, la justicia social, la biodiversidad, la reducción del gasto energético, porque estamos acabando con el planeta; si queremos realmente propender por el posconflicto tiene que haber un cambio radical de estrategia “.

Con relación a las formas de producción adecuadas para el desarrollo humano y la sostenibilidad del planeta opina que, en el posible escenario del posconflicto, debe prevalecer una relación integrada de los valores urbanos con los rurales porque la tendencia de los nuevos movimientos campesinos es precisamente esa, puesto que han tomado conciencia de que la relación entre el campo y la ciudad se debe repensar. Escobar opina que se deben empezar a cultivar las huertas urbanas para producir

alimentación más sana y orgánica, que todo el modelo debe cambiar, a nivel mundial, haciendo una transición a formas más locales de producción de alimentos.

Una de las principales características de la producción sostenible es que se haga de forma local. En el caso de la energía, evitaría el consumo implícito en la fabricación y montaje de las estructuras y los cables. También se evitaría el consumo de combustibles para los equipos de transporte y montaje requeridos. Se suprimiría la extracción minera de los metales necesarios para la fabricación de cables y estructuras metálicas y el consumo de energía asociado a esta actividad.

En el caso de la producción agropecuaria la condición de local ayuda a la sostenibilidad porque evita el consumo de combustible en el transporte de alimentos a largas distancias. Por otra parte las unidades productivas familiares tienen un mayor contenido social porque, el hecho de que las familias locales se hagan cargo de la producción de los alimentos para su región les genera ingresos y además les evita tener que competir con grandes productores.

Sobre el manejo de subproductos y su reutilización de manera sostenible Escobar se refiere a un aspecto clave: la forma en que las comunidades conservaban la naturaleza antes de la modernización y los nuevos conceptos sobre el progreso. “Debe haber justicia ambiental tanto en el sur global como en el norte global. Quienes han generado los problemas ambientales son los países ricos del mundo, especialmente el calentamiento global.” Expresa que el llamado ambientalismo de los pobres se refiere a estrategias diferentes que muchas veces no se desarrollan consciente o deliberadamente, sino como continuación de las prácticas ancestrales de las comunidades de no desechar los residuos: los campesinos los regresan a la tierra cuando son orgánicos. (Navarrete, 2015)

2.2 Consumismo o consumo responsable.

Los puntos de vista diferentes y muchas veces encontrados para ver y analizar el mundo y las formas de desarrollo humano, económico y tecnológico llevan a plantearse

conceptos contrapuestos como consumismo y consumo responsable o sostenibilidad. Las bases de las teorías existentes son no siempre filosóficas como se pudiera esperar idealmente sino de interés económico y de dominación de grupos de poder.

Las definiciones de consumismo o consumo suntuario se relacionan directamente con el límite, que se puede considerar hasta cierto punto como subjetivo, entre consumo necesario, útil y beneficioso para la sociedad en contraposición con el que se basa en los deseos o caprichos de los consumidores potenciados por la publicidad interesada. El consumismo se caracteriza por el apuro de adquirir bienes que no están asociados con la satisfacción de necesidades básicas, relacionadas con la actividad laboral de las personas como herramientas y maquinaria compleja y otras relacionadas con informática, educación, vestuario, actividades domésticas, alimentación, actividades de estudio o investigación, actividades de ejercitación física, entretenimiento y otras que permitan tener un nivel de vida satisfactorio. Existen comportamientos de las personas, como minimizar los tiempos de descanso para aumentar la renta o ingresos y poder adquirir bienes superfluos para disfrutar en los períodos cada vez más cortos de descanso, que los llevan afectar negativamente su bienestar y estabilidad por acumular artefactos que muchas veces no pueden utilizar por falta de tiempo. Estos comportamientos llegan a ser enfermizos y solo benefician a los sectores económicos que producen y comercializan estos bienes.

El concepto del consumo útil unido al de la sostenibilidad define el consumo benéfico para el desarrollo humano. Una de las entidades mundiales más importantes en el estudio de la sostenibilidad es la Comisión sobre el desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas. La comisión ha sido definida por la ONU como un punto de encuentro a nivel mundial de ideas y políticas donde se reúnen funcionarios públicos de alto nivel y representantes de la sociedad civil para estudiar y compartir experiencias teniendo como objetivo emitir recomendaciones sobre desarrollo sostenible.

La comisión en su período catorce de sesiones realizadas en la sede de la ONU en Nueva York del 1 al 12 de Mayo del año 2015 expresó su interés en trabajar para exponer las barreras y obstáculos encontrados en el desarrollo de su trabajo, así como las lecciones aprendidas y las mejores prácticas en cuatro temas fundamentales que son su razón de ser: energía para el desarrollo sostenible, desarrollo industrial, contaminación del aire/atmósfera y cambio climático.

La Comisión sobre el desarrollo Sostenible de la ONU definió, en resumen, el consumo sostenible como la utilización de bienes y servicios para atender necesidades básicas y garantizar una mejor calidad de vida, minimizando el uso de recursos naturales, la emisión de desperdicios tóxicos y toda forma de contaminación que afecte el ambiente y los ciclos de vida del planeta, buscando preservar los recursos naturales para que las futuras generaciones puedan disponer de ellos .Los consumos sostenibles se caracterizan porque en el momento satisfacen las necesidades actuales, pero además tienen en cuenta que la fabricación, uso y disposición final de los bienes garanticen que las futuras generaciones puedan tener un medio ambiente sano y además puedan ellas mismas definir su mejor manejo; favorecen un buen nivel de vida y bienestar de la generación actual y de las venideras, minimizando el uso de los recursos de todo tipo y controlando los residuos producidos para eliminar la contaminación.

Como informa el ambientalista Manuel Rodríguez Becerra, (2015) la Comisión presentará a la Asamblea General de las Naciones Unidas los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), 2015-2030, que reemplazarán los Objetivos de Desarrollo del Milenio acordados hace quince años. Expresa Rodríguez que es oportuna la revigorización de los conceptos del desarrollo sostenible porque son muchas las empresas, casi todas multinacionales, que utilizan estos términos más para sus campañas publicitarias y de relaciones públicas que como bases filosófica reales de su visión, misión y políticas fundamentales de operación, que realmente van en otra dirección. Cita el caso de la empresa *ExxonMobil* que, mientras a nivel mediático proclamaba su supuesto compromiso con los ODS y la

responsabilidad empresarial con el ambiente y las comunidades, condujo una efectiva campaña para desacreditar los estudios sobre el cambio climático. Dice Rodríguez que aunque la *Exxon* ya suspendió su participación en esta campaña de descrédito, son muchas las empresas que la continúan. Expresa Rodríguez, citando al premio nobel Paul Krugman, que “la Exxon pasará a la historia como una gran enemiga del planeta, puesto que la falsificación de la ciencia del cambio climático es uno de los factores que explican el aplazamiento del combate del calentamiento global y crea inevitables costos sociales y ambientales, algunos de los cuales podrían ser catastróficos”.

Afirma Rodríguez que de la misma forma, los gobiernos de muchos países aunque hablan en favor del desarrollo sostenible, promueven políticas que van a contrapelo de esa directiva, como se ve en los resultados de degradación y destrucción ambiental, gracias a licencias ambientales y connivencia gubernamental con las empresas que no cumplen las mínimas condiciones de responsabilidades ambientales con el planeta y sociales con las comunidades. Dice Rodríguez que si el balance de los gobiernos fuera menos deficitario en el campo social lo demostraría el “cumplimiento, total o parcial, de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en lo referente a la erradicación de la pobreza extrema y del hambre, la mayor cobertura de la educación primaria, la reducción de la mortalidad infantil, el mejoramiento de la salud materna y la promoción de la igualdad de géneros, entre otros”.

Continúa Rodríguez exponiendo que los ocho Objetivos del Milenio serán sustituidos por los Diecisiete Objetivos del Desarrollo Sostenible lo que, en su concepto, es para muchos una inconveniente proliferación. Este aumento es consecuencia de que la inclusión del tema socio ambiental conlleva temas fundamentales que deben abarcar la construcción de ciudades más incluyentes y sostenibles, protección de los espacios marinos, de los ecosistemas terrestres, y el cambio urgente de los formas actuales de producción y

consumo, puesto que el desarrollo económico y social debe respetar los límites ecológicos del planeta.

En ocasión anterior Rodríguez (2015) narró el caso de la derrota de la empresa Dow Química por una comunidad de pescadores en alianza con la ONG Fundepúblico, que consiguieron una condena judicial contra esta poderosa empresa multinacional por los devastadores impactos de contaminación que produjo en la bahía de Cartagena en Colombia hace veintiséis años. En efecto en Junio de 1989 la Dow produjo el vertimiento de 23,8 kilogramos de Lorsban 4E en la bahía, generando contaminación en un área de 3 km², con pérdidas gravísimas para los pescadores de las localidades de Araco, Pasacaballos, Bocachica y Caño de Loro. El insecticida, según la misma empresa causante del desastre, es de alta toxicidad para la vida acuática. La comunidad afectada y la ONG Fundepúblico liderada por el abogado Germán Sarmiento demandaron mediante una Acción Popular a la Dow. Solo hasta el año 2012, 23 años después, el Juzgado Civil correspondiente condenó a la Dow. En menos de un año, con una eficiencia sospechosa por lo inusual, el Tribunal Superior de Cartagena, revocó el fallo. Los demandantes presentaron una tutela ante la Corte Constitucional buscando restablecer el derecho. La Corte, máxima instancia judicial, dejó en firme la sentencia del juzgado y rechazó lo resuelto por el Tribunal destacando “el precario estado de la infraestructura de la planta de insecticidas de la Dow Química en el momento del siniestro” y definió que tanto la firma demandada como el Tribunal de Cartagena “yerran al aseverar que un daño ambiental como el que resulta por el vertimiento de un pesticida en un cuerpo de agua es un simple ‘incidente’ que solo produce efectos inmediatos, representados en la muerte de algunos peces, pero no trasciende en el entorno natural aledaño, ni tampoco en el tiempo”. Este caso pinta de cuerpo completo la actitud real de muchas multinacionales frente a su responsabilidad ambiental con el planeta y social con las comunidades en cuyo territorio se enriquecen.

Este caso, aunque excepcional por su desenlace, demuestra que, como tituló Rodríguez su columna, David triunfa sobre Goliat. Este debe ser el nuevo paradigma para la defensa de ambiente y comunidades, de la humanidad en resumen.

2.3 El manejo de los RAEE.

Una de las mayores fuentes de contaminación actuales es la producida por las RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) debido a la masificación de equipos y componentes de carácter tecnológico a nivel industrial, de comunicaciones, institucional, doméstico, recreativo y educativo, tales como computadores, equipos de control industrial, teléfonos celulares, equipos de comunicación especializados, consolas de juegos, televisores, relojes, módems y todo tipo de accesorios para internet y sistemas satelitales o por cable para televisión, así como artefactos que combinan funciones en todas las formas posibles. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013) Esta situación de contaminación incontrolable se agrava por el crecimiento exponencial del consumo y la falta de conciencia e información sobre la disposición final de los RAEE que terminan una vez se desechan, cada vez con mayor frecuencia, amontonados en cualquier parte y mezclados con toda clase de residuos. Si a lo anterior se suman los precios cada vez más bajos de los equipos tecnológicos, la velocidad con la que se hacen obsoletos y la publicidad agresiva que los acompaña es fácil comprender su impacto actual y futuro en el medio ambiente. Los componentes electrónicos que conforman estos equipos están encapsulados en materiales cerámicos, metálicos o plásticos y tienen terminales metálicas para conectarse al circuito del que forman parte mediante soldadura. En su fabricación estos componentes incorporan una compleja mezcla de materiales que incluyen plásticos, cerámicos, metales como el oro, el platino y el paladio, indio, el selenio, el telurio, el tantalio, el bismuto, el antimonio, coltán y otros que los fabricantes no siempre divulgan. Como se mencionó, la extracción de los materiales y la fabricación se hacen en países con legislaciones laxas o inexistentes para minimizar los costos, bajar

precios, incrementar ventas y aumentar las utilidades económicas de los proveedores y distribuidores. Esta circunstancia hace difícil tener la información técnica de los RAEE para poder establecer procedimientos adecuados de separación y reciclaje. Por otra parte cada unidad de RAEE contiene cantidades pequeñas de cada material componente lo que dificulta y hace poco eficiente y rentable su recuperación, a menos que se encare esta actividad de manera organizada y contando con la colaboración de fabricantes, distribuidores, usuarios y entidades estatales, convencidos de la importancia fundamental de esta tarea para recuperar el ambiente del planeta. El procedimiento debe incluir recepción de los RAEE en forma separada de los demás residuos, clasificación, retiro de componentes potencialmente peligrosos, trituración y los procesos consecutivos de separación que sean necesarios para recuperar las materias primas utilizadas. (Ambientalmente, 2008). Por la falta de una gestión adecuada se han vertido en Asia (China e India) gran parte de los residuos producidos y se ha comenzado a hacerlo en África (Ghana y Nigeria).

Capítulo 3. Tecnologías verdes.

Las tecnologías llamadas verdes están inmersas dentro del concepto de sostenibilidad.

Pero, ¿qué es la sostenibilidad?

Una definición que ha hecho historia es la propuesta por la Comisión Brundtland en 1983, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que ha descrito el “desarrollo sostenible” como el desarrollo que “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias” (Brundtland report, 1983). La cumbre de la tierra de Rio de Janeiro en 1992 y su continuación en 1997 han convertido este concepto en uno de los más populares de nuestra época. (García y Vega, 2009, p.73)

En las conferencias de la cita anterior se ha hecho especial énfasis en el hecho de que existe una estrecha relación entre los problemas que aquejan la sociedad actual como son desigualdad, pobreza, derechos humanos, salud y la degradación ambiental. La entrega del Nobel de Paz de 2007 a activistas ambientales constituye un reconocimiento de la dependencia de los problemas mencionados con el mantenimiento de la paz. Para llegar a tener una verdadera sostenibilidad en la sociedad se debe cambiar la forma de entender la relación entre los seres humanos y su medio ambiente. Ya no se trata solo de cambiar las tecnologías usadas, sino de algo más importante: cambiar el comportamiento humano y su percepción sobre el consumo, la contaminación y la conservación.

La sostenibilidad significa tanto la conservación de sistemas naturales como la transformación del comportamiento humano. Esta transformación no es posible si no se dan simultáneamente transformaciones amplias en los niveles social, político y económico. (García y Vega, 2009, p.73)

Es un cambio en cada persona y en todas las personas.

Es interesante pensar que una nueva ola de diseñadores e invenciones cambiará y revolucionará al mundo, la idea de que cierta clase de tecnologías puedan ponerle fin a la degradación que sufre el planeta ambientalmente hablando y conservar los recursos para nuevas generaciones es formidable. La visión de George S. Day de lo que es una

tecnología verde está plasmada en un artículo de la revista Gestión de la siguiente manera:

Tecnología verde es un concepto que engloba a aquellas aplicaciones basadas en la ciencia que apuntan a proteger el medio ambiente y los recursos naturales, minimizando los desechos y la toxicidad, conservando la energía y reduciendo la contaminación y las emisiones de carbono. Con la meta de promover la seguridad económica, energética y climática, las tecnologías verdes incluyen fuentes de energía alternativas como las granjas solares, las turbinas eólicas, las turbinas de mareas, y las energías biotérmica y de las olas. También entran en esta categoría las tecnologías que soportan la conservación, como los edificios ecológicos, las sustancias químicas limpias que reducen los residuos, y los productos de consumo que habilitan a los individuos para que reduzcan sus propia huella de carbono, como los autos híbridos y los alimentados a hidrogeno, o las tecnologías de iluminación LED (sigla en inglés de “diodo emisor de luz”) y las lámparas de bajo consumo (CFL). Las tecnologías verdes abarcan campos tan diversos como el tratamiento y purificación del agua, el reciclaje, el almacenamiento de energía, la generación de electricidad, la infraestructura, el transporte y una amplia variedad de servicios de apoyo. (“Diez lecciones”, 2011, p.170)

A medida que la discusión sobre las energías alternativas aumenta aparecen los interrogantes lógicos de cuál método será el más apropiado y ganará más importancia en el mercado y qué otros métodos o tecnologías aparecerán en el camino. Por muy buena que sea la propuesta, ambientalmente hablando, la verdad es que para que pueda desarrollarse y ser implementada como se desea, ésta debe adaptarse al mercado y cumplir otros aspectos más relacionados con el sector económico. Este sector suele ser un componente fundamental en estos desarrollos y, si no se lo toma de manera seria, puede acabar con propuestas interesantes.

Parece obvia la importancia de un acuerdo para que las emisiones de gases de invernadero se reduzcan a lo largo de los próximos decenios. La medida más efectiva para fijar ese objetivo sería sustituir, en muy gran medida, los combustibles fósiles por unas fuentes de energías limpias y renovables. Si los dirigentes políticos pudiesen confiar en que tal cambio es posible, quizá llegasen a un acuerdo histórico. Creemos que pueden confiar en ello.

En 2008, el vicepresidente Al Gore arrojó un guante: dotar a Estados Unidos, antes de 10 años, de una electricidad cien por cien libre de carbono. (Jacobson y Delucci, 2010, p. 20)

En el artículo mencionado Jacobsen y Delucci (2015) expresan que en 2010 la Universidad de Stanford hizo una clasificación de los sistemas generadores de energía, de acuerdo con sus huellas sobre el planeta, en aspectos relevantes como el calentamiento global, contaminación y otros como agricultura, flora y fauna.

Las opciones que dejan una huella menor son la eólica, la geotérmica, la de las mareas y la hidráulica que se han denominado VAS por las iniciales de sus fuentes que son viento, agua y sol. En el estudio mencionado, las opciones de energía nuclear, carbón con captura de carbono y etanol son menos eficientes, como el petróleo y el gas natural, en el sentido de su mayor huella en el planeta. El estudio encontró también que los vehículos accionados por baterías eléctricas y pilas de hidrógeno, recargados con una fuente de las llamadas VAS podrían eliminar una gran parte de la contaminación que produce el sector del transporte. Es posible, entonces, afirmar que estas son las tecnologías verdes que se requieren urgentemente.

3.1 El mercado, aspecto económico esencial para el desarrollo real de emprendimientos verdes.

Imponerse en el mercado es esencial para que la sociedad pueda percibir los cambios y beneficios que puede aportarle la implementación de una tecnología verde. Los cuestionamientos por los que tiene que pasar un producto para ser aceptado e implementado son tan variados como las propuestas. Un ejemplo de tecnología más sustentable en iluminación es el de las lámparas de bajo consumo, las cuales tienen un gasto 75% menor de energía al de las lamparitas comunes y duran entre 5 y 7 veces más. Si en Norteamérica se implementara un plan para que en cada hogar se reemplazase una bombilla regular por una CFL, el ahorro anual en energía y emisiones de gases invernadero equivaldría a que del sistema actual se sacaran de circulación un

millón trecientos mil automóviles. Realmente sería un buen resultado el que se obtendría haciendo un cambio tan básico como el de las bombillas de luz. A pesar de esto, las bombillas de bajo consumo llevan desde 1980 en el mercado y han penetrado apenas un once por ciento en todo este tiempo. La razón principal es que una bombilla CFL cuesta unas tres veces más que una regular y a pesar de que las primeras duran mucho más tiempo, el mercado para las regulares sigue siendo bastante amplio. Ser consciente de en dónde se está y para donde se quiere ir son factores que ayudan a resolver la duda de qué se necesita saber acerca del mercado real en este tipo de emprendimientos; es válida la inquietud de saber cuál es la mejor estrategia por la que deberían optar grandes compañías, organismos gubernamentales y ONGs. (“Diez lecciones”, 2011, p. 172)

Entre 2005 y 2007, un entusiasmo descontrolado condujo a la proliferación de cientos de nuevos emprendimientos de tecnologías verdes y la gran mayoría enfrentó problemas debido a la recesión. Este tipo de proyectos debe desarrollar una capacidad de resistencia para navegar sobre terrenos inciertos y sujetos a continuos contratiempos. El presente capítulo tratará las eventualidades a las que se ven sometidos los proyectos y se podrá apreciar cómo, parte de su éxito, está en la capacidad para lidiar con los contratiempos. Como en todo proyecto o emprendimiento, hay aspectos económicos con los que seguro tendrá que lidiar una propuesta. Están la dinámica y naturaleza de las oportunidades del mercado, el diseño de estrategias para liderarlo y la construcción de una organización con capacidad adaptativa para manejar las numerosas dudas que irán apareciendo en el camino. De estos factores dependerá su éxito o fracaso.

3.2 Problemáticas que enfrentan los desarrollos sostenibles.

Aunque estas propuestas están bastante estudiadas desde el punto de vista científico y son muy atractivas desde el económico, ¿cómo saber cuál es el mejor sector para invertir o qué variante de una tecnología elegir? A fines de los 90 se vio un gran entusiasmo en la capitalización e inversiones del mercado en este tipo de proyectos por muchas firmas.

Lamentablemente en los años 2000 y 2001 con el estallido de la burbuja tecnológica se presentó una gran conmoción y la desaparición de muchos actores en este tipo de proyectos. Las conmociones y burbujas son parte inevitable del proceso. Independientemente de la entidad que entre a participar, el éxito o el fracaso de los proyectos se basa en la acertada medición del ciclo de vida del mercado. Algunas compañías aparecen demasiado temprano para ser aceptadas y otras llegan demasiado tarde y no alcanzan a participar en el mercado. Los encargados de estos emprendimientos deben poder percibir las señales de advertencia, factores como el crecimiento del mercado, el capital de riesgo, la euforia de los medios de comunicación y el ingreso de nuevos participantes para enfrentarlos apropiadamente. Aunque suele decirse que los que primero llegan son los más afortunados, la verdad es que la empresa o emprendimiento que no invierta en las capacidades para competir y poder rechazar a los competidores que imitan y mejoran las ofertas existentes, tendrá evidentes dificultades a pesar de ser las primeras. A finales de los 90 había más de 2000 compañías de biotecnología y hoy solo sobreviven unas pocas firmas independientes. A pesar de todo, las industrias se mantienen a flote. En 1830 cuando la fiebre de los ferrocarriles invadió Inglaterra, muchos dueños de tierras vendieron permisos de paso, dando lugar a una burbuja que no tardó en colapsar; no obstante, se construyeron más ferrocarriles en la época posterior al boom que en el periodo anterior. Inclusive cuando la burbuja estalla, suele crear el marco para un crecimiento posterior. La industria de fibra óptica a finales de los años noventa basada en proyecciones demasiado optimistas sobre el crecimiento del uso de internet, impulsó a las compañías a tender demasiado cable del cual solo se terminó usando el 5 por ciento. Lo que terminó por ocurrir es que muchas personas quebraron debido a la gran red instalada, mientras el servicio disminuyó considerablemente el precio. (“Diez lecciones”, 2011, p. 169)

Para entender estos constantes cambios se debe aceptar el hecho de que inevitablemente estos ocurren lentamente y no como los entusiastas promotores de las

tecnologías suelen calcular. Se deben tener en cuenta ciertos factores claves que influyen en la implementación de una tecnología. En el ejemplo citado anteriormente de las bombillas de bajo consumo, el factor decisivo en éstas fue la fuerte competencia que encontraban en el mercado. Es similar el caso de los automóviles: existe ya una gama de automóviles más sustentable con el planeta pero siguen siendo mucho más costosos que los regulares; aquí se refleja que el cambio es lento pero debe estimularse para poder alcanzarlo. A un país seguramente le cuesta mucho más cambiar toda su flota de vehículos a nafta por una nueva que use otra tecnología y seguramente la implementación de controles y regulación de los existentes le será más económico que el cambio total. Hay modelos de difusión que permiten estimar cuan rápidamente se pueden expandir las tecnologías verdes mediante dinámicas de contagio y puntos de inflexión, pero es una realidad que la tasa de adopción de éstas se reduce con factores como la incertidumbre y la inercia del mercado. ¿Será posible cambiar los sistemas de generación de energía del mundo en un lapso de veinte años? No se puede dar una respuesta cierta, depende de que se elijan las opciones correctas, de la disponibilidad de los materiales críticos y de la situación económica y política de los países y de su correlación.

En relación con cuáles son las opciones correctas, se debe llegar a un consenso: algunos proponen utilizar únicamente las opciones con emisiones de gases de invernadero y contaminantes que son prácticamente nulas durante su ciclo completo, es decir, durante sus períodos de instalación, operación y desmantelamiento al finalizar su vida útil. (Jacobsen, Delucchi, 2010). Otros sectores son partidarios de optimizar los sistemas actuales de combustión y los mismos combustibles para reducir los contaminantes y gases de invernadero paulatinamente y en un horizonte remoto cambiar los sistemas. Esta es la posición de los actuales productores de vehículos, combustibles, lubricantes y en general de cuantos dependen de la industria en su forma actual. Un ejemplo de esta posición es la utilización de combustibles como el etanol que no es un combustible fósil,

que es renovable mediante su producción agrícola, pero que produce los mismos efectos contaminantes que la gasolina.

Otro aspecto importante y que será causa de discusiones se refiere a los materiales críticos que se requerirán para cambiar los sistemas energéticos. Estos materiales pueden ser escasos o, al volverse estratégicos, tendrán un incremento súbito de su valor comercial por el aumento de la demanda. Este aspecto podrá cambiar la correlación económica entre los países, de acuerdo con la distribución geográfica de los yacimientos de los materiales críticos.

Los materiales más problemáticos podrían ser los metales de tierras raras, como el neodimio, que se emplean en las cajas de engranajes de las turbinas. Aunque no escasean tales metales, las fuentes de aprovisionamiento más baratas están concentradas en China, por lo que países como EE.UU. podrían encontrarse con que cambiarían su dependencia del petróleo de Oriente Medio por una dependencia de los metales del Lejano Oriente. (Jacobson y Delucci, 2010, p. 20)

Hay que tener en cuenta que aunque en teoría una tecnología debería sustituir a otra por completo para terminar los males que la otra produce, la realidad es que este tipo de tecnologías no sustituyen por completo a otras, lo que ocurre en un desarrollo normal es que coexistirán diferentes tecnologías aunque las variedades más recientes sean mucho más eficientes, económicas o mejores. Aún cuarenta años después de la introducción de semiconductores, sigue existiendo un buen nicho de mercado rentable para los tubos de vacío; por más éxito que tengan las compras online, éstas no han sustituido a las compras en un *shopping*; se puede apreciar en los ejemplos que por el contrario han evolucionado y actualmente coexisten independientemente o juntas. Es un poco lo mismo que ocurre con las tecnologías verdes: no habrá una sustitución total por la mejor opción, sino que convivirán durante un tiempo un cierto número de participantes. Poder saber cómo evolucionar y crecer en este ritmo de reemplazo lento dará ventaja al emprendimiento. Al igual que la coexistencia de tecnologías, es importante tener claro que la colaboración entre todos será lo que permitirá surgir a este tipo de proyectos. Las

alianzas estratégicas en este tipo de emprendimiento ya sea entre empresas, sector privado y público, empresas y sectores u otras que se puedan dar han demostrado que los emprendimientos conjuntos son efectivos. Encontrar la manera de hacerlas, marcar diferencia, es un paso definitivo en el éxito del proyecto. (“Diez lecciones”, 2011, p. 172)

Otro posible inconveniente o exigencia que deben cumplir las fuentes verdes de energía es la confiabilidad, que debe ser al menos igual a la de la infraestructura existente. De acuerdo con las previsiones de los estudiosos, las fuentes VAS tienen intermitencias menores que las actuales. Por ejemplo, las termoeléctricas norteamericanas que consumen carbón tienen períodos muertos para mantenimientos programados o correctivos que llegan al doce punto cinco por ciento de cada año. Por el contrario las turbinas eólicas ubicadas en tierra tienen tiempos de parada inferiores al dos por ciento, y las ubicadas en el mar menos del cinco por ciento. Por otra parte, cuando se presenta una falla en un dispositivo eólico, de mareas o solar, solo se afecta una pequeña fracción del total generado, mientras que la salida de operación de una central termoeléctrica o nuclear representa una fracción importante del total de energía generado. La mayor causa de problemas en la generación VAS es la variabilidad de la intensidad y horas de los vientos y del sol. Sin embargo, existe el recurso de combinar adecuadamente las fuentes. La energía solar por definición solo puede aprovecharse en horarios diurnos con limitaciones como las estaciones o temporadas que alteran las horas e intensidad de la radiación solar, que además cambian según la ubicación geográfica de las instalaciones. Pero en estos períodos de limitación se puede suplir el faltante de energía de origen solar con el uso de la eólica y la de las mareas que suele ser más abundante en las noches. La energía solar y la eólica tienden naturalmente a compensarse entre sí ya que la primera generalmente es más intensa en días o temporadas de calma, cuando la segunda decrece. Y al contrario, la segunda tiende a aumentar en períodos de clima borrascoso, cuando la primera disminuye. Para equilibrar estas dos fuentes variables se puede utilizar como estabilizador la de las centrales hidroeléctricas que es más constante y de fácil

accionamiento de conexión o desconexión. Es útil entonces interconectar las fuentes dispersas entre sí y tener instalaciones de acumulación que se den respaldo mutuo. Se requiere la instalación y desarrollo de dispositivos de control para dar confiabilidad al sistema. La tecnología de estos accesorios de control con detección y accionamiento en su mayoría ya existe y tiene el respaldo del desarrollo ya existente en la electrónica, la neumática, la hidráulica y desde luego, la mecánica. (Jacobsen y Delucchi, 2010)

3.3 El papel de la unión y colaboración en esta clase de emprendimientos.

Se requiere medir hasta qué punto el público aceptará los cambios que posiblemente propongan actores de los sectores político, económico e industrial. Algunos países y sectores tienen mente abierta y están dispuestos a implementar nuevas políticas energéticas, pero otros pueden resistirse a éstas debido a que en algún punto interfieren y alteran intereses políticos y económicos a corto plazo, como en el caso de los materiales críticos mencionado antes (3.2) o el de la infraestructura ya existente comprometida con las formas actuales de generación de energía. Es diferente el riesgo que toma un capitalista que quiere invertir al que puede tener una ONG o entidad gubernamental, pero es necesario que todos arriesguen y evidentemente es más fácil arriesgar cuando hay un respaldo de un gobierno o una empresa grande. En 2009, en La Cumbre Mundial sobre Cambio Climático que se realizó en Copenhague, se debatió sobre la gran importancia de realizar acuerdos entre las partes interesadas para generar un cambio climático, pero a lo largo del evento se hicieron evidentes las dificultades para lograrlo. Uno de los objetivos era inducir metas claras respecto de la reducción de emisiones, pero evidentemente las partes no pudieron ponerse de acuerdo y la cumbre terminó con un pobre resultado en donde los líderes de países como Sudáfrica, Brasil, India, China y Estados Unidos solo pudieron acordar una relativa intención de implementar políticas que limiten el crecimiento del calentamiento global a menos de dos

grados Celsius. Pero a pesar de que Copenhague puede considerarse un fracaso, hay ejemplos de verdaderos cambios obtenidos de reuniones como estas, uno es el protocolo de Montreal. Gracias a la labor de la comunidad científica internacional y a la efectividad de los esfuerzos diplomáticos, en 1989 se logró implementar gradualmente la acción para retirar del mercado sustancias que destruyen la capa de ozono, específicamente las sustancias que contenían CFC (clorofluorcarbonados). Gracias a esta acción, el agujero en la capa de ozono logro reducirse. Otra iniciativa exitosa que vale la pena mencionar es la de *Energy Star*: el programa identificó grandes áreas de desechos como la iluminación, los electrodomésticos, las computadoras y los edificios y utilizó convincentes pruebas para demostrar que las innovaciones de conservación energética podían dar lugar a un ahorro de costos. La entidad que produjo este programa fue la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y posteriormente a su implementación en Estados Unidos, fue adoptada también por Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Taiwán y la Unión Europea. Según las estimaciones de EPA, los ahorros acumulativos resultantes de la iniciativa ascendieron en 2006 a US\$14.000 millones. (“Diez lecciones”, 2011, p. 174)

La mayoría de personas piensa en innovación como un mercado o producto nuevo, pero la verdad es que hay que entender el término desde una perspectiva más alta. La innovación en un producto o mercado puede aparecer en cualquier etapa, ya sea en el diseño organizacional, la producción, o en la cadena de abastecimiento; particularmente en esta última etapa es donde las nuevas tecnologías verdes ofrecen un gran potencial. La compañía *Suzlon Energy* con sede oficial en India es un fabricante de turbinas eólicas que se dedicó a resolver los problemas de sus clientes, con soluciones que abarcan la totalidad del mercado y gracias a esta estrategia se convirtió en la tercera mayor firma de turbinas. Comenzó ofreciendo mapas de vientos y con el tiempo se expandió a lo largo de todo el espectro de la energía eólica. Su capacidad de adaptación y visualización de oportunidades la ubicó en donde está. (“Diez lecciones”, 2011, p. 174)

Como lo informó el periódico El Tiempo de Bogotá, en el año 2011, el colombiano Camilo José Herrera ante la dificultad para ingresar a la universidad empezó su propio proyecto mediante un acuerdo con el filipino Illac Díaz y su fundación Un Litro de Luz. Es un sistema de refracción de la luz con botellas insertadas en el techo de viviendas que por su construcción y topografía del lugar no tienen iluminación ni siquiera durante el día. La botella recibe los rayos de luz en la parte ubicada en el exterior y los refracta al interior de la vivienda. Sin embargo, no solucionaba la carencia en la noche. Con el concepto del ingeniero Pedro López, instaló postes de bajo costo, de bambú, tubos de PCV u otro material económico, con cuatro bombillos led, un panel solar de 10 vatios y una batería de 7.8 amperios-hora. El resultado es una luz blanca intensa que ilumina las calles. La batería se recarga con siete horas de sol y dura tres noches. Para áreas que requieren muy buena iluminación se instalan postes de 5 metros; para condiciones normales se instalan de alturas entre 12 y 15 metros para iluminar áreas mayores con cada poste. En abril de este año se instalaron 50 postes en Ghana y Kenia y continúa su expansión. Herrera recibió un reconocimiento de la publicación *Technology Review del Massachusetts Institute of Technology (MIT)* (Medina, 2015, p. 8).

Crear modelos de innovación es esencial para que las tecnologías verdes funcionen. Se requiere plantear preguntas y cambios profundos; fracasar en este aspecto puede impedir ver nuevas y mejores oportunidades. En los años 60, IBM rechazó la posibilidad de adquirir un nuevo proceso reprográfico a Xerox; IBM contrató una compañía consultora para saber cuántas copias haría una familia al año para calcular ganancias; el proceso era rápido, sencillo y económico, pero fracasó en la estimación, ya que en la época se contó con que las familias harían copias únicamente de originales, pero se descartó el más amplio mercado de copias de copias. Perdió así una gran oportunidad de negocio por no ser más innovador al momento de plantear el análisis de mercado. (“Diez lecciones”, 2011, p. 174)

Particularmente, en los proyectos verdes, una vez identificada una posibilidad de operación o desarrollo debe definirse una estrategia que permita garantizar su desarrollo sostenible en el mercado. En este tipo de emprendimiento subestimar riesgos puede ser más frecuente debido a la poca experiencia que se tiene. Los eventos raros o inesperados causados por factores políticos o climáticos, fenómenos naturales y otros, pueden perjudicar al plan más hermético y elaborado. Esto es muy común, así que un buen líder aceptará la incertidumbre del mercado y la aprovechará en su beneficio y en el del proyecto. Pensar posibles escenarios permite a los gerentes imaginar una amplia gama de posibilidades y hacer correcciones en medio del proceso, por más inesperado que éste sea. Mejorar la capacidad de exploración de los trabajadores ayudará a las compañías a vislumbrar imprevistos antes de que sea demasiado tarde, equilibrarlos con el estado de incertidumbre para que puedan evolucionar las tecnologías. Cuando la visualización es alta se puede optar, por ejemplo, por hacer varias apuestas pequeñas en vez de una muy grande. Mantener varias opciones en la estrategia de inversión permite tener varios emprendimientos e ir cambiando según el mercado. Como se dice coloquialmente, no poner todos los huevos en la misma canasta. (“Diez lecciones”, 2011)

3.4 Importancia del apoyo gubernamental.

Como en todo emprendimiento, saber anticipar en dónde estará el dinero es de gran importancia. El éxito de un proyecto verde depende de cómo se encaren asuntos como movimientos competitivos y posibles contraataques rivales, para esto se debe tener en cuenta que el mercado no es lineal sino sumamente dinámico y hay que poder visualizar el futuro. En los años recientes se ha visto increíbles progresos en las energías solar, eólica y geotérmica, “entre 1998 y 2008 la capacidad instalada global para estas fuentes de energía creció de 20 a 145 giga vatios. Hoy en Dinamarca el 20 por ciento de energía se genera de origen eólico”. (“Diez lecciones”, 2011, p. 175). Sin embargo, puede surgir una nueva tecnología y hay dudas sobre cuál plataforma tecnológica podrá prevalecer. En donde más se observa esta diferencia es en la energía obtenida de paneles

fotovoltaicos; debido a los altos costos que deben pagar los usuarios por esta energía, ésta tiene que estar subsidiada, como lo está en muchos países del mundo. Los subsidios toman forma de incentivos para la inversión y precios de reventa garantizados por la energía eléctrica derivada de la solar. Estos subsidios también incorporan disposiciones que incluyen a la tecnología, en este caso la solar, al conjunto energético total de un país. “En Japón, los incentivos gubernamentales han contribuido a alimentar, a partir de 1994, un robusto mercado de energía solar fotovoltaica y Alemania viene utilizando incentivos desde el año 2000”. (“Diez lecciones”, 2011, p. 175). Según muchos expertos, este mercado es el que posiblemente sea óptimo para la inversión; la duda que aparece es entonces en cuál plataforma tecnológica invertir; actualmente, la que domina el mercado es la de celdas de silicio cristalino, pero existe otra que utiliza una delgada película de una tinta con micro partículas que también parece ser muy prometedora. Conocer todos los aspectos es esencial para saber dónde estarán las mejores opciones. (“Diez lecciones”, 2011)

En esta clase de proyectos se hace muy común el cruzar las barreras sectoriales; las biociencias tienen implicaciones en varios sectores como la seguridad nacional, el cambio climático y las tecnologías verdes. La fertilización cruzada toma importancia como energía alternativa gracias a la elaboración de biocombustibles verdes como por ejemplo el etanol, el cual se obtiene de la caña de azúcar, remolacha azucarera, y de hierbas no alimenticias. En este punto, es importante resaltar la importancia de la intervención estatal para prevenir que el mejor precio que pueden pagar los sectores de generación de energía haga que la producción de comestibles como el maíz se desvíe de la alimentación como fin primario, creando desabastecimiento de alimentos para la población. Lo mismo ocurre con los terrenos que se dediquen a la producción agrícola con fines industriales con las mismas consecuencias mencionadas. El potencial y la diversidad de las tecnologías verdes son bastante amplios y continuarán cruzando fronteras en el mercado. La innovación tecnológica casi nunca aparece en una sola

compañía, por esa razón recientemente la construcción de organizaciones con capacidad de adaptación se convirtió en un esfuerzo colaborativo entre varios sectores: proveedores, asesores, especialistas, contratistas y firmas de diseño. Esta colaboración permite a las empresas tener una visión individual desde cada sector, y además comparte los riesgos entre todos los participantes.

En el campo de las tecnologías verdes, éste aspecto de repartición de riesgos es bastante atractivo, teniendo en cuenta que las inversiones de capital irreversibles o los periodos de amortización extendidos son más de lo que los inversores de riesgo pueden manejar. Así que la unión hará que sea posible detectar antes que los competidores posibles problemas u oportunidades venideras. Otro punto importante es la propiedad intelectual, como se viene diciendo, es importante asociarse para equilibrar riesgos, para poder realizar asociaciones beneficiosas. Es fundamental para cada empresario no perder el control sobre su iniciativa verde, aquellos que se protejan a sí mismos y cultiven culturas abiertas serán capaces de trabajar en grupos diferentes en pos de objetivos comunes. Un ejemplo es la asociación que hicieron EPA (US Environmental Protection Agency) y el sector privado estadounidense para detener las lluvias ácidas. La agencia identificó cuáles eran las empresas productoras de emisiones de dióxido azufre que provenían de las fábricas de energía como principales culpables y estableció una política que puso límite a las emisiones permitidas; la consecuencia fue que se implementaron innovaciones en el mercado y en las plantas que redujeron radicalmente las emisiones. En este ejemplo, se puede ver como una agencia gubernamental responsable, que confía en los mecanismos del mercado para compartir riesgos y beneficios de la innovación tecnológica, además actúa para prevenir los daños ambientales. (“Diez lecciones”, 2011)

Antes de ser reconocidas, las tecnologías verdes suelen aparecer en la periferia de la empresa, por eso es muy importante que los gerentes tengan la capacidad de observar en todos los sectores para poder encontrar estas oportunidades. Otro componente que

aquí aparece frecuentemente son los riesgos de nuevos posibles competidores. Igualmente dependerá de la habilidad y la vigilancia organizacional para poder detectarlas. Por lo general, cuando un gerente se da cuenta de que en la periferia de su proyecto emergente está apareciendo una nueva propuesta ya es muy tarde. La competencia entre Silicon Valley y China en energía solar sirve como ejemplo de lo dicho anteriormente. “Dados los avanzados métodos de Silicon Valley para imprimir capas delgadas de materiales sobre silicio los inversores no anticiparon que China atacaría tan rápidamente este mercado. Pero el gigante los sorprendió al emplear subsidios gubernamentales de gran escala y ganar participación en el mercado”. (“Diez lecciones”, 2011, p. 175). Como se decía anteriormente, las señales débiles son difíciles de interpretar y por eso son tan peligrosas.

La vigilancia organizacional en pos de detectar estas oportunidades / riesgos es un factor en el que los dirigentes confían. Se sabe que el mercado es muy incierto, entonces aquellos gerentes que logren manejar y superar estos aspectos tendrán una evidente ventaja frente a los que tienen un plan de ejecución limitado y se asustan frente a una situación de caos. Un buen líder anticipa y se preocupa por el corto plazo, pero nunca retira la mirada del largo plazo, se orienta tanto en las tareas como en los ejecutores, en pocas palabras es ambidiestro y en éste desarrollo de compañías verdes es necesario serlo. El mantenimiento de unidades independientes y la asignación de capital a propuestas de riesgo es vital en el camino al éxito, no prestarle atención a una propuesta por su riesgo o a proyectos que no van con la linealidad de la empresa pueden ser factores que terminan acabando con proyectos nuevos.

Capítulo 4. Energía Cinética: cómo se convierte el movimiento en electricidad.

Uno de los principios fundamentales de la física, el principio de la conservación de energía, establece que en la naturaleza no es posible crear ni destruir energía, solo se puede transformar, es decir deja de existir en una forma y aparece en otra. Por ejemplo una piedra que está inicialmente en una posición elevada y se deja caer a un nivel inferior transforma su energía de posición en energía cinética representada en la velocidad con la que llega al nivel inferior, afectada por su propia masa. El concepto físico de energía es la capacidad de un cuerpo o sistema de cuerpos para realizar un trabajo.

En el caso de las máquinas de ejercicio estáticas, se tiene un sistema que se compone de una persona que, para ejercitarse, hace girar con los músculos de sus piernas una rueda o elemento giratorio, aplicando una fuerza, a través de un par de manivelas. En condiciones normales, esta energía solo sirve para vencer una resistencia mecánica que se aplica al sistema, un freno que se usa para hacer más exigente el ejercicio. Este trabajo realizado produce como efecto perceptible el calentamiento del sistema de frenado y por supuesto el efecto de ejercitar los músculos y sistema cardio- respiratorio de la persona.

En algunas máquinas de gimnasio es posible aprovechar la energía del momento rotacional producido por la persona que se ejercita y transformarlo en energía eléctrica utilizando un generador. De esta manera, se aprovecha la actividad física de la persona en su acondicionamiento físico y, como efecto colateral, se produce energía eléctrica útil.

4.1 Concepto de generación eléctrica. Ley de Faraday.

Para entender cómo funciona la propuesta tecnológica de la generación en gimnasios es indispensable conocer primero los principales términos y conceptos eléctricos que se utilizan.

El Generador eléctrico mecánico es una máquina que produce y mantiene una diferencia de potencial entre sus polos mediante el uso de otra fuente de energía mecánica. Entre estos generadores se encuentran los dínamos y los alternadores.

Dínamo es un generador eléctrico mecánico que produce corriente directa mientras que el alternador es un generador eléctrico mecánico que produce corriente alterna. Esto debe tenerse en cuenta y está relacionado directamente con el uso que va tener la electricidad producida, si va a almacenarse o si va ir a la red eléctrica; dependiendo de lo anterior se decide si se usa dínamo o alternador.

El principal concepto eléctrico en el que se basa la operación de dínamos y alternadores es el de la fuerza electromotriz que se produce en un bobinado cuando se desplaza dentro de un campo magnético. Faraday estableció en 1831 que “la fuerza electromotriz inducida en un circuito es igual a la derivada respecto al tiempo, con signo contrario, del flujo magnético que atraviesa el área limitada por el circuito.” Es decir que la fuerza electromotriz (fem) o voltaje que se produce en una bobina depende de la variación del campo magnético en el área del circuito. La ley de la inducción electromagnética de Faraday, que es una de las ecuaciones fundamentales del electromagnetismo, en experimentos es diferente en cuanto a que hay un buen número de experimentos sencillos de los cuales la ley de Faraday puede deducirse, y de hecho se dedujo, directamente. Tales experimentos fueron llevados a cabo por Michael Faraday en Inglaterra en 1831, y por Joseph Henry en los Estados Unidos aproximadamente en la misma época. (Halliday y Resnick, 1970, p. 1229)

La diferencia de potencial, también llamada fuerza electromotriz (fem), es la causa de que haya una circulación de corriente eléctrica entre los bornes del generador. Esta diferencia de potencial se mide en voltios.

La intensidad o amperaje es la cantidad de cargas eléctricas que circulan por el circuito al que está conectado el generador, en una unidad de tiempo. Depende directamente del voltaje aplicado al circuito, del circuito e inversamente de su resistencia. Se mide en amperios. El amperio equivale a la cantidad de culombios que circulan por cada segundo.

La resistencia es la característica del circuito que se opone a la circulación de corriente eléctrica a través del mismo. Se mide en ohmios.

La inducción electromagnética es el fenómeno de producción de una corriente eléctrica a través de un conductor cuando éste se mueve en un campo magnético.

El alternador, como se mencionaba antes, es una máquina productora de corriente alterna que se compone de una carcasa fija que contiene los embobinados y un rotor magnético. Cuando, por un medio mecánico, se hace girar el rotor, se produce una corriente eléctrica en el estator. La corriente eléctrica se colecta en los extremos del alambre de las bobinas de la carcasa fija y se transmite mediante conductores para la aplicación requerida. (Sintes, 1964)

Estas máquinas pueden dar una corriente constante en magnitud y dirección, en cuyo caso se califican de continuas, o por el contrario, suministrar una corriente alterna que son denominadas alternadores. A las continuas se les llama, comúnmente, dínamos, y se reserva el nombre de alternadores para las demás. (Romero J., 1963, p.340)

En el caso de la bicicleta estática diseñada y concebida para producir electricidad, el movimiento producido por los pedales se transmite mediante piñones al eje del rotor y produce la corriente eléctrica.

Para comprender más fácilmente los conceptos eléctricos mencionados se puede hacer una similitud con otros en la naturaleza, porque en ella siempre se observan semejanzas entre sistemas diferentes. Si observamos el comportamiento del agua, vemos que cuando en la trayectoria de un río hay una diferencia de altura en su recorrido, la masa de agua que está en la parte más alta tiene una diferencia de potencial que la impulsa hacia abajo, donde la energía potencial es menor. Lo mismo ocurre en un sistema eléctrico donde la diferencia de potencial, fem o voltaje equivale a la diferencia de altura del sistema hidráulico. Igualmente, el caudal o cantidad de agua por unidad de tiempo equivale al amperaje o intensidad de corriente del sistema eléctrico y también depende directamente de la diferencia de potencial.

De la misma forma, la energía o capacidad de realizar trabajo del sistema hidráulico es directamente proporcional al caudal y éste a la diferencia de altura en el recorrido del río,

tal como en el sistema eléctrico, la energía o capacidad de realizar trabajo depende directamente del amperaje y éste es directamente proporcional a la diferencia de potencial o voltaje. (Postigo, 1965)

Los principales desarrollos que históricamente han tenido los generadores de corriente eléctrica han estado asociados a dos aplicaciones principales. La primera son los conjuntos electrógenos destinados a producir energía a nivel industrial movidos por motores diésel o por turbinas de vapor, de gas o hidráulicas.

La segunda está asociada con el desarrollo automotriz y la necesidad de aplicar la generación eléctrica producida por la energía mecánica del motor, para alimentar todos los accesorios eléctricos del mismo, asociados al arranque, instrumentos de control, iluminación y comodidades del vehículo. Accesorios que aparecen cada vez en mayor cantidad, y que cada vez son más importantes en el buen funcionamiento del vehículo. Con el desarrollo de la industria automotriz y la evolución de los alternadores y dínamos, se han demostrado las ventajas técnicas de los primeros por tamaño y condiciones de operación, al menos para esta aplicación.

4.2 Necesidades técnicas para generar y almacenar energía.

Un caso simple de un sistema que pueda producir y consumir energía eléctrica es, producir energía eléctrica con las máquinas de ejercicios de un gimnasio mediante su acoplamiento a generadores. Con estos equipos se puede utilizar la energía generada para suplir total o parcialmente las cargas requeridas en el momento del ejercicio y no utilizar los posibles sobrantes generados.

Para tener un sistema completo de generación y aplicación de energía eléctrica que sea útil y fácil de controlar se requiere tener un sistema de almacenamiento, que permita utilizar la electricidad almacenada cuando se requiera, porque la tasa de generación y los tiempos de generación no corresponden en general con los tiempos de requerimiento. Otra opción que se puede considerar es interconectar el sistema de generación individual

con una red de consumo más grande. Generalmente en esta red de mayor consumo los requerimientos individuales que la componen están desplazados entre sí de tal manera que el consumo total tiende a ser uniforme en su promedio, aunque se puedan presentar períodos de mayor demanda como por ejemplo, la necesidad de iluminación en la noche o energía para refrigeración o calefacción. De cualquier forma, se disminuyen los picos de consumo que se presentan si se considera una red pequeña como una casa o una oficina. En el primer caso, se puede considerar la utilización de un sistema que incluya una batería o un banco de baterías en la red, que en los momentos de mayor generación alimente la demanda momentánea y utilice la energía sobrante en cargar la batería, energía almacenada que después se puede utilizar en el momento que se requiera sin tener necesariamente que estar generando en cada instante. Por ejemplo, en un gimnasio con este tipo de máquinas se estará generando en el horario de atención al público y consumiendo simultáneamente la energía que se requiere, para iluminación, ventilación, accionamiento de equipos, sonido y otros. La energía que eventualmente no se consume se puede acumular mediante baterías y utilizarse posteriormente en iluminación exterior, cámaras de seguridad y otros objetos que estén en uso durante el tiempo en que el gimnasio no esté atendiendo al público y, por tanto, no esté generando energía. (Edissa Ltda, 1987)

La segunda opción considera la posibilidad de conectar el sistema a una red mayor que puede ser, por ejemplo, la de un edificio o centro comercial. En este caso, es posible tener un aprovechamiento más eficiente de la energía generada, aunque requiere una mayor exigencia en el control de las condiciones de generación como frecuencia y voltaje para interconectarse sin problemas con la red mayor. Se requiere además tener contadores que registren la energía tomada de la red y la aportada a la misma, para que en períodos de tiempo definidos se pueda contabilizar la diferencia entre la energía aportada y la consumida por la red mayor. Cuando la cantidad aportada a la red es mayor que la consumida se recibe un pago de la misma.

4.3. Como almacenar el exceso de energía generado.

Por lo general, la tasa de generación de energía de un sistema y su distribución en el tiempo no coincide con los de consumo, por lo que se requiere en algunos casos acumular en baterías el excedente de energía eléctrica. Una batería eléctrica es una pila secundaria que se diferencia de las primarias en que puede recargarse pasando por ella una corriente eléctrica en sentido contrario. Esta característica física permite utilizar las baterías como acumuladores químicos de la energía eléctrica; para que esto ocurra se hace pasar la corriente eléctrica sobrante a través de la batería. La batería se recarga con la energía sobrante que no utiliza la red después de suministrar el consumo requerido. (Edissa Ltda, 1987)

La batería más utilizada se compone de una serie de seis láminas de plomo (-, cátodo) alternadas con seis láminas de bióxido de plomo (+, ánodo) en un recipiente lleno con una solución de ácido sulfúrico en agua, al 20%. Las láminas de plomo se conectan entre sí y al borne negativo exterior de la batería, y las de bióxido se conectan entre sí y al borne positivo exterior de la batería. Cada par de láminas de plomo y bióxido de plomo son una celda y cada celda, produce un voltaje o fem nominal de 2 voltios. Al conectarse las seis celdas en serie producen un voltaje final de 12 voltios de corriente continua. (Venegas, 1963, p.278)

La batería más común de arranque del automóvil es la de plomo – ácido. Está construida por un recipiente que contiene un conjunto de elementos sumergidos en el electrolito que tienen la propiedad de almacenar la energía química, devolviéndola en forma de energía eléctrica. (Edissa Ltda, 1987, p. 803)

Cuando la batería está suministrando energía eléctrica a un sistema exterior, las reacciones químicas suministran electrones al polo positivo y los consumen en el negativo para mantener la diferencia de potencial. Las placas son atacadas por el ácido sulfúrico, produciéndose sulfato de plomo y agua, hasta el punto que la cantidad de ácido es tan baja y la de sulfato tan alta, que el voltaje de la batería baja tanto que no puede alimentar la carga eléctrica exterior. En este momento, se dice que la batería está

agotada. Para recuperar su capacidad se debe aplicar una tensión o voltaje exterior proveniente de un generador que debe forzar el paso de una corriente por la batería. En esta parte del proceso el sulfato de plomo se combina con el agua y libera sobre los electrodos el plomo y óxido de plomo, devolviendo al electrolito (la solución de ácido sulfúrico) el contenido original de ácido. Así se regenera o recarga la batería para iniciar un nuevo ciclo de producción de energía eléctrica. (Marks, 1951)

Como se mencionaba antes, el desarrollo de la tecnología en la fabricación de baterías está asociado con el desarrollo de la industria automotriz. En un automóvil se concentran todos los componentes del sistema de generación de energía eléctrica: el motor de combustión interna diésel o a gasolina actúa como fuente de energía mecánica, el generador de corriente o alternador aprovecha esta energía mecánica y la convierte en energía eléctrica para diferentes tareas en el auto como accionar el sistema de encendido mediante la chispa, manejar todos los sistemas eléctricos de accionamiento, controlar todos los accesorios que hacen posible el funcionamiento de las comodidades y acumula en forma química en la batería un sobrante de energía eléctrica, que es necesario para iniciar el funcionamiento del vehículo cuando el alternador no está produciendo la energía requerida.

4.4 Eficiencia.

Se calcula que los movimientos realizados por una persona pueden llegar a altos grados de eficiencia de hasta el 25%. Ahora bien, surge la necesidad de entender los elementos a analizar para llegar a las conclusiones sobre eficiencia.

Se podría iniciar con el concepto físico de trabajo que es anterior al de energía. El trabajo es la cantidad de energía que se requiere para que por efecto de una fuerza, un cuerpo se desplace una longitud en la misma dirección de la fuerza. Por ejemplo, cuando se levanta verticalmente un cuerpo que pesa 1 kg, una longitud de 1 m, la energía requerida es:

Trabajo = Fuerza * distancia = (masa * aceleración) * distancia = 1 kg * 9.81 m/seg² * 1 m = 9.81 kg m²/seg², es decir, 9.81 joule o 9.81 nt – m

Se usa comúnmente la palabra trabajo de diversas maneras: vamos al trabajo, trabajamos un pedido, etc. En física, empero, trabajo tiene un significado muy específico. Mecánicamente, el trabajo implica fuerza y desplazamiento, y usamos la palabra trabajo para describir cuantitativamente lo que se logra cuando una fuerza mueve un objeto cierta distancia. (Wilson y Buffa, 2003, p.142)

El trabajo mencionado anteriormente se puede realizar de una forma lenta o rápida, es decir en mayor o menor tiempo, dependiendo de la potencia del equipo. La potencia del equipo que se use se define como la cantidad de trabajo ejecutado dividido por el tiempo empleado, que suponemos por ejemplo es 1 segundo.

Es decir:

Potencia = 9.81 kg m²/seg² / 1 seg = 9.81 kg m² / seg³ = 9.81 nt m / seg

Si con otro equipo se levanta el cuerpo en 0.5 seg, la potencia será entonces:

Potencia = 9.81 kg m²/seg² / 0.5 seg = 19.62 kg m² / seg³ = 19.62 nt m / seg

Como puede verse el equipo usado en el segundo caso, que eleva la carga en la mitad del tiempo, tiene una potencia de 19.62 kg m² / seg³ es decir el doble que el usado en el primer caso.

Levantar un kg del suelo a la mesa, es trabajo que puede hacer un hombre en un segundo, y una hormiga en varias horas. Por eso, en el lenguaje común, se dice que el hombre tiene mayor potencia que la hormiga. (Venegas, 1963, p. 235)

4.5 Concepto de potencia, medición.

Una de las unidades en las que se mide la potencia es el kilovatio (kw), que se define como la capacidad para ejecutar un trabajo de 3'600.000 joules en una hora. A su vez el joule se define como el trabajo que se realiza al desplazar el punto de aplicación de una fuerza de un newton (nt) una distancia de 1 metro.

Entonces, resumiendo:

1 joule = 1 nt-m

1 kw = 3'600.000 joule / hora

1 w = 3600 joule / hora

El concepto de potencia es el trabajo mencionado dividido por el tiempo empleado para realizarlo; mientras menor sea el tiempo requerido mayor es la potencia.

Para entender los números en la vida real se puede observar un ejemplo cotidiano y es como los proveedores de energía eléctrica cobran el suministro, ellos miden este suministro y lo cobran a sus clientes en kw-h, que es la medida del trabajo realizado por la energía suministrada. Cada uno de los equipos que se conecta a la red y que se hace trabajar, tiene según sus características de diseño una capacidad para realizar su trabajo y en consecuencia un requerimiento de suministro de energía eléctrica por unidad de tiempo. Los equipos más usuales que se utilizan en los hogares y sus consumos promedios son:

Licadora 1000w, lámpara no incandescente 20w, resistencia estufa eléctrica 1000w, ducha eléctrica 1000w, computadora portátil de 14" 70w, máquina de coser 250w, lavadora de ropa 1000w, impresora multifuncional 50w, nevera 410 litros 2500w, televisor LCD de 40" 100w.

Si multiplicamos el consumo de cada electrodoméstico por el número de horas que usa (kw-h) y sumamos los consumos parciales tendremos el consumo del hogar en el período de tiempo considerado. Un valor promedio de consumo de un hogar puede estar entre 300 y 400 kw-h en un mes, aunque las posibles variaciones son grandes, según muchas circunstancias económicas, climáticas, etc.

Capítulo 5. Maquinaria de ejercitación que genera electricidad.

En el caso de un movimiento circular como el de la bicicleta estática, que como se mencionaba anteriormente es la mejor forma de transmitir potencia, el trabajo (W) es la energía que se requiere para vencer la resistencia de la bicicleta a girar; físicamente está definida así:

$$W = \text{Par} * \text{Angulo recorrido}$$

La potencia se define como el trabajo desarrollado por unidad de tiempo. La potencia desarrollada (P) es la capacidad para realizar un trabajo en determinado tiempo. Físicamente se define así:

$$P = W / \text{tiempo}$$

$$P = \text{Par} * \text{Angulo recorrido} / \text{tiempo} = \text{Par} * \text{velocidad angular}$$

La velocidad angular es el número de radianes que pasan en la unidad de tiempo; los 360° de cada vuelta equivalen a $2 * \text{Pi}$ radianes, es decir que cada radián equivale a 57.29°. El número de vueltas de la rueda se acostumbra medir en revoluciones por minuto (rpm), entonces:

$$\text{Velocidad angular} = 2 * \text{Pi} * \text{rpm}$$

La potencia consumida por una persona al impulsar la bicicleta estática, afectada por un factor de eficiencia que siempre está presente en las transformaciones reales de una forma de energía a otra, es la energía que se puede transformar en electricidad al hacer girar el rotor de un generador dentro del estator

5.1 Evolución de la bicicleta.

El tema principal que compete al Proyecto de Grado son las máquinas capaces de generar energía eléctrica usando la potencia humana, así que surge la necesidad de

definir y enmarcar adecuadamente a estos dispositivos. Se puede empezar observando cómo hizo el hombre para llegar a la fabricación de estos elementos y donde empezó a usar la potencia humana para generar energía eléctrica. Inicialmente, y al igual que muchas tecnologías, ésta se desarrolla a la par con otro elemento que es la bicicleta, lo cual es bastante lógico ya que la bicicleta es una de las máquinas más eficientes para transmitir la potencia del hombre, debido a que por su diseño el cuerpo queda preparado para mover en forma continua un elemento rotor, y pone a disposición el movimiento de la mayor masa muscular que posee el humano que son las piernas, generando niveles elevados de potencia. (Terra, 2010)

El desarrollo histórico de la bicicleta parece estar marcado por la eficiencia y la sostenibilidad, su forma de funcionar como medio de transporte no consume energía diferente a la del usuario, aparte tiene la posibilidad de generar energía eléctrica o mecánica de aplicación directa. Uno de los primeros prototipos de bicicleta creado por el alemán Karl Drais von Saubronen constaba de dos ruedas alineadas, un sillín, un apoyabrazos y una barra de madera que se accionaba manualmente para tomar la dirección requerida. Esta primera bicicleta se conoce como draisiana por su inventor. El impulso para avanzar lo daban alternativamente las dos piernas apoyándose en el piso sin ningún medio mecánico. Posteriormente se cambiara el sistema anterior por un sistema de movimiento continuo de las piernas que hacen girar las ruedas a través de un sistema de bielas, conocidas hoy como pedales, y una transmisión de cadena y piñones. La importancia de este cambio radica en la mayor eficiencia de un movimiento continuo comparado con un movimiento recíprocante y el menor desgaste de la persona que impulsa la bicicleta. La primera bicicleta con pedales fue fabricada por Kirpatrick Macmillan hacia 1839. Esta bicicleta tuvo desarrollos posteriores por parte del francés Pierre Lallement hacia 1866 y por otros inventores e industriales. En el año 1900 este diseño ya se había modificado ubicando el eje de las bielas y pedales en un punto entre las dos ruedas, la transmisión entre este eje y el de la rueda cambia por uno de cadena y

piñones. Esta modificación es importantísima en el tema que compete al Proyecto de Grado que es la generación eléctrica, ya que, la transmisión cadena piñón aumenta la eficiencia de la velocidad; el piñón de los pedales es más grande que el que impulsa a la rueda, entonces por cada vuelta que dé éste el de atrás dará muchas más. Igualmente hizo posible incluir años después el mecanismo de cambio de velocidades con platos de diferentes números de dientes y consecuentemente diferentes diámetros en la rueda trasera.

Con el tiempo, el modelo básico evolucionó con la inclusión de elementos nuevos tendientes a mejorar las condiciones de seguridad, comodidad y facilidad de manejo para los usuarios promedio. Así, poco a poco, se fueron añadiendo a este diseño básico de bicicleta, frenos, sistema de cambio de velocidades, guardabarros, cubierta para la transmisión, sistemas de suspensión, amortiguación, luces y un generador eléctrico.

Así se han desarrollado modelos para aplicaciones específicas en las que se requiere enfatizar ciertas partes del diseño que las haga más apropiadas para cada uso. Surgen diseños especializados en aplicaciones como turismo, carretera, caminos sin pavimento y con topografía difícil (todoterreno o BTT), para competencias de velocidad con saltos y acrobacias o BMX, velocidad en carretera plana y con ascensos, carga y hasta surge una bicicleta sin ruedas que se mantiene estática, hecha netamente para entrenarse sin necesidad de moverse. (Historias y biografías, 2014)

5.2 Dínamos: generación de electricidad sobre la bicicleta.

No paso mucho tiempo una vez que tomó importancia la bicicleta, para que el hombre buscara la manera de incorporarle una luz que permitiera al usuario del vehículo ver el camino en momentos de oscuridad como la noche, así que la necesidad de luz obligó al hombre a encontrar la manera de generar electricidad con la bicicleta y así aparecen los primeros generadores, los dínamos.

Los primeros dínamos usados rozaban directamente sobre la parte neumática de la rueda y aprovechaban su movimiento giratorio. Hay que resaltar que en el campo de generación de energía a partir de la bicicleta los dínamos buje han avanzado bastante, estos generadores de electricidad se ubican en lugar del buje convencional y como su manera de girar tiene menor resistencia que la de los ubicados en la parte neumática, son más eficientes al tener menor rozamiento que los anteriores, esto se traduce en mayor potencial energético. Se puede apreciar que a medida que avanzaba la bicicleta iba abriendo el camino a la producción eléctrica a partir de ésta. Los dínamos ubicados en los bujes toman importancia en la década del cuarenta ya que evidentemente presentaban mejores prestaciones con respecto a los de botella que pierden eficiencia por el rozamiento con el neumático de la rueda. En los dínamos buje el coeficiente de rozamiento es mínimo y aunque su peso en la bicicleta puede aumentar unas cinco veces con respecto a la que usa un buje normal, las prestaciones en cuanto a carga eléctrica de dispositivos lo ameritan. Por esto actualmente los más utilizados son los de buje y gracias a esto los usuarios mientras pedalean pueden cargar pequeños utensilios electrónicos como teléfonos celulares, dispositivos de audio como mp3 o ipods y hasta un GPS. Los dínamos de este tipo de la marca *SON* que transmiten la energía generada a una batería, son capaces con dos horas y media de pedaleo cargar un dispositivo móvil por completo. Hoy en día existen tres importantes fabricantes de esta tecnología: la alemana *Schmidt Maschinenbau (SON)*, la inglesa *Sturmey-Archer* y la japonesa *Shimano*. (Terra, 2010).

A partir de la crisis energética de principios de los años 70 empresas y personas han invertido tiempo, recursos y capacidad intelectual en buscar sistemas generadores de energía más autónomos y menos dependientes del petróleo.

El mundo está inmerso en una gran crisis global que tarde o temprano se deberá afrontar: el cambio climático, el agotamiento de los recursos fósiles, la contaminación urbana y la de los océanos. La bicicleta se erige como una poderosa herramienta para el cambio, pero la industria automovilística invierte millones de dólares cada año para favorecer sus negocios. Bicicletas vs coches nos presenta varios activistas y pensadores que luchan para conseguir ciudades más sostenibles. Se niegan a dejar

de ir en bicicleta, a pesar del aumento del número de muertos en accidentes de tráfico. (Terra, 2015)

5.3 Capacidad de generación del ser humano.

La generación humana al igual que la energía eólica y solar encuentra en esta época de crisis la oportunidad perfecta para tomar importancia y ser seriamente estudiada como alternativa.

Sobre una máquina apropiada como lo es la bicicleta estática, una persona común con buena alimentación, salud y condiciones físicas normales puede generar una potencia de entre 270 y 400w. Los niveles de potencia que esta persona puede proporcionar pedaleando dependen del tiempo y de su fortaleza muscular. Aunque algunos deportistas de competición pueden desarrollar en tiempos no prolongados hasta 400 vatios de potencia, en los análisis se tendrá en cuenta el promedio de tiempos prolongados, como rutinas de gimnasio. (Terra, 2010)

La potencia real que puede ejercer una persona depende de la relación entre la velocidad de rotación en revoluciones por minuto que genere y el rendimiento en la transmisión que se utilice. Haciendo cálculos sencillos y generales, se puede decir lo siguiente:

...de forma simplificada podemos afirmar que una bicicleta con un plato en el eje de pedaleo de 48 dientes y un engranaje de 12 dientes en la transmisión nos permite un desarrollo con sólo una pérdida del 10 % respecto a un ideal como es 15:1. (Terra, 2010)

La posición del ciclista y otros aspectos como las medidas de las bielas inciden en los cálculos pero de menor manera, se obtienen mejoras de eficiencia y rendimiento con el uso de platos mejor diseñados como lo son los ovalados usados en bicicletas de competición de montaña, en donde el ciclista incrementa entre un 11% y 16% la potencia comparándolo con un plato circular convencional. En el momento de generar energía eléctrica se entiende que el movimiento es mucho más continuo y estático, teniendo en

cuenta lo mencionado anteriormente. El rendimiento final obtenido dependerá del alternador o del dínamo que generará esa electricidad, así que su buen funcionamiento y fabricación permitirán mejores eficiencias en la medida en que su diseño y construcción sean óptimos. Sintetizando un poco lo descrito anteriormente, se puede afirmar que una persona normal común con un peso promedio de 80 kilogramos que pedalee alrededor de 20 km consumirá entre 245 y 410 kcal/hora, esto quiere decir que un ejercicio de esta potencia durante una hora al día supondrá quemar entre un kilo y un kilo y medio de grasa en una semana y, energéticamente hablando, aportaría la electricidad necesaria para ver una película de 90 a 110 minutos en una pantalla de 19 pulgadas. (Terra, 2010)

5.4 Bicicleta ¿medio de transporte o de generación?

Todo este desarrollo eléctrico situado al lado de las bicicletas permitió que en poco tiempo la generación de electricidad con propulsión humana se convirtiera en un hecho. Las posibilidades que otorgan los nuevos imanes cerámicos y los diseños de generadores y estabilizadores que permiten la microelectrónica de los semiconductores avizoran un buen ambiente para que se siga desarrollando esta tecnología verde. Estos sistemas de generación eléctrica con pedaleo parten habitualmente de un principio básico que es producir la electricidad con un generador de corriente continua para que sea almacenada en una batería y una vez estabilizada, convertirla, si es necesario, a corriente alterna para alimentar pequeños electrodomésticos caseros. (Terra, 2010)

Continuamente, con el desarrollo de los dínamos que permiten generar corriente eléctrica sobre la bicicleta en movimiento, se empezaron a desarrollar los accesorios que permitieran aprovechar la potencia de una persona pedaleando en posición estática para producir electricidad. Entonces, añadiendo algunos elementos a la bicicleta común, como una estructura que la mantuviera estática y un generador aparecieron las primeras propuestas para generar electricidad, que no son más que accesorios que añadidos a una bicicleta permiten generar energía, tienen la ventaja que retirándolos la bicicleta

puede seguirse usando como bicicleta normal para transportarse. Estos accesorios que en ocasiones se comercializan como kits, por lo general son estructuras con un generador de corriente continua adaptado, en donde la bicicleta normal puede ubicarse estáticamente como en los lugares de entrenamiento. En este caballete donde la bicicleta no se desplaza se busca poder pedalear de manera continua para producir energía eléctrica alimentando un generador que gira directamente en la parte neumática de la llanta. En este caso, al igual que ocurre con los dinamos usados para las luces de las bicicletas, la calidad energética depende del buen diseño y fabricación de los accesorios para que la fricción sea la mínima posible. Dependiendo de lo bien resueltos que estén estos accesorios complementarios de la bicicleta se conseguirán mejores o peores eficiencias.

En un sistema de buena calidad el kit descrito permite proporcionar al usuario unos 20Ah en un ritmo de pedaleo sostenible; si se usara para cargar una batería de 12 voltios un sistema bien resuelto puede entregar 240w a 15V como máximo. Como se había mencionado anteriormente el almacenamiento de la energía en estos sistemas es fundamental, así que nuevamente se dependerá de la batería que se use en los bici kits para obtener el resultado esperado. Por ejemplo, un suministro de calidad debería usar baterías de 20 a 60Ah en 12 voltios que puedan proporcionar de 240 a 720w-h. Las baterías una vez recargadas con la energía mecánica del pedaleo dispondrán de suficiente energía eléctrica para suministrar varias horas de electricidad ya sea continua o alterna dependiendo de si se cuenta con generador o alternador, lo que serviría para accionar la televisión y otros pequeños electrodomésticos. (Terra, 2010)

Los generadores más usuales de bicicleta pueden rendir 200W a 12v. El proyecto *En Clave de Sol* diseñado por la Asociación Producciones Callejeras que impulsan conciertos musicales con energía biomotriz, utiliza adaptaciones similares a las descritas anteriormente para suministrar energía en conciertos callejeros. Más allá de la cantidad de energía que un kit adaptado a una bicicleta pueda generar y entregar de forma

alternativa y renovable, las aplicaciones ciclo eléctricas agregan un componente pedagógico muy importante, pues dan la relación directa del esfuerzo que supone la generación de energía eléctrica y permite crear en las personas que lo experimentan una conciencia en cuanto al uso eficiente del recurso energético. Sin ir más lejos y como ejemplo, pedalear a buen ritmo durante treinta minutos nos aportaría 1 hora de consumo para un ordenador portátil. (Terra, 2010)

De un modo general se puede afirmar que el trabajo humano ha pasado por tres etapas. En la primera el hombre mismo producía la energía que necesitaba para lograr el fin que se proponía: el transportaba las piedras sobre sus propios hombros. En la segunda, el hombre aplicó, allí donde era preciso y útil una energía que no era la suya propia: guiaba al caballo que tiraba el carro. En la tercera etapa el hombre controlaba simplemente el funcionamiento de las máquinas que ha inventado, las cuales a su vez crean la energía y la aplican al fin preciso: el hombre vigila los distribuidores automáticos. En una palabra podemos decir que el trabajo es efectuado por tres tipos de hombres: el esclavo, el obrero y el ingeniero. El desarrollo de la técnica va acompañado, así, pues, con el aumento, con la elevación del papel de la inteligencia. (Postigo, 1965, p.287)

5.5 Maquinaria de ejercitación diseñada para producir electricidad.

Toda esta evolución y avances alrededor de la bicicleta, que permitieron la generación de energía a partir de esta se ha ido desarrollando y mejorando hasta llegar al diseño y fabricación de maquinaria, específicamente, para ejercitarse y producir electricidad. El aprovechamiento de los esfuerzos prolongados generados en rutinas de entrenamiento que realizan las personas sobre las máquinas ya es una realidad, tanto en gimnasios cerrados en donde se aprovecha la energía producida en el consumo general del establecimiento, como en otros gimnasios públicos, que están apareciendo hace ya unos años en importantes ciudades del mundo, en donde las personas cargan directamente pequeños equipos como celulares y laptops ejercitándose en esta máquinas.

La maquinaria de ejercitación que genera electricidad es básicamente, una idea que reúne dos conceptos: el primero, los generadores que transforman el movimiento en energía eléctrica aprovechable y el segundo, la costumbre actual de las personas de ejercitarse ayudándose de máquinas. Estos conjuntos de máquinas son estructuralmente

y visualmente muy similares a las máquinas de ejercitación aeróbica que se puede encontrar en cualquier espacio diseñado para entrenarse como un gimnasio; con una diferencia, internamente han sido medianamente modificadas para poder agregar todos los componentes necesarios para la generación eléctrica, como el generador, alternador, los cables y circuitos, y la salida de la energía generada que puede ir conectada o a una red eléctrica o cargar una batería recargable.

A lo largo del globo esta maquinaria ha aparecido en varios lugares, empezó con máquinas para recargar celulares, no se tenía mucho en cuenta la ejercitación aunque esta se daba como resultado del movimiento que tenía que hacer la persona que quisiera recargar su celular o computadora. *The Great Outdoor Gym Company* es una compañía Inglesa con sedes en varios países del mundo que se dedica a fabricar gimnasios públicos desde el 2007, con el concepto de mejorar las comunidades brindándoles el acceso a gimnasios públicos. La compañía se describe como una empresa ecológica que busca brindar el mejor diseño de gimnasios públicos y los más sustentables, siguiendo esta línea la compañía en 2012 abrió su primer gimnasio público que produce electricidad, con la cual los usuarios pueden recargar cualquier electrodoméstico que use un cable USB estándar, como celulares, equipos de audio y en algunos casos artículos de camping. La compañía cuenta con al menos veinticinco máquinas de gimnasio diseñadas y fabricadas en el reino unido, todas están desarrolladas para soportar las condiciones de la intemperie, como la lluvia, el sol, las bajas y altas temperaturas, la nieve, la contaminación habitual de la ciudad y el vandalismo. De la gama de productos que desarrolla modificó cuatro máquinas de ejercitación para que se convirtieran en productoras de electricidad gratuita y pública. Las máquinas que fabricó para generar electricidad son las que usan un movimiento continuo como el pedaleo para ejercitar al usuario, de esta manera fabricó dos bicicletas estáticas, una que utiliza la posición normal de pedaleo que usan las bicicletas normales y otra en la que el usuario está sentado de manera reclinada. La otra máquina que modifíco para producir electricidad se conoce

como bicicleta manual en la cual el usuario hace girar unas bielas con las manos simulando el mismo movimiento que se haría con las piernas en la bicicleta. La cuarta y última máquina que fabrican es una conocida como la elíptica, en donde las personas se encuentran de pie realizando el ejercicio y mientras tanto hacen un movimiento similar al de esquiar con las manos.

Estas cuatro máquinas se comercializan en un pack que se conoce como *Cardio Charge equipment* o equipamiento de entrenamiento cardio que produce electricidad, este grupo de cuatro máquinas viene siempre con una unidad display de almacenamiento que es una máquina aparte, en donde además de almacenar la energía en baterías, los usuarios pueden ver datos como cuántos watts están produciendo, las calorías quemadas y en algunos gimnasios ubicados en universidades pueden observar cuanta energía limpia han generado desde la instalación en el establecimiento. A pesar de tener esta unidad los objetos que se cargan están ubicados en las máquinas cerca y a la vista del usuario, las cuales tienen un puerto USB donde éste solo debe llevar su cable para realizar la carga del electrodoméstico. En algunos casos estos gimnasios han sido conectados a otra minired en donde se usa la energía recolectada para alimentar la iluminación exterior. En los últimos años se están empezando a comercializar las máquinas como cargadores verdes para que los usuarios las tengan en sus casas, con el concepto de que si todos cargaran sus dispositivos como celulares con esta maquinaria el ahorro conjunto sería muy notorio. En su sitio web aseguran que sus máquinas generan entre 50 y 100w dependiendo del entrenamiento y del usuario. Entre otros proyectos han ubicado esta maquinaria durante pocos días en varios lugares de Inglaterra y han cargado autos eléctricos con el ejercicio de varias personas.

Maquinaria de entrenamiento pública similar a la descrita anteriormente está apareciendo en el paisaje de importantes capitales del mundo incluyendo Buenos Aires en donde varias bicicletas estáticas que cargan celulares aparecen en importantes plazas como la

de Facultad de Medicina, diferentes versiones de bicicletas estáticas, bicicletas manuales, elípticas, y bicicletas reclinadas están tomando fuerza en el paisaje urbano.

Otra empresa que vale la pena mencionar al igual que la anterior por la calidad de sus productos es la americana *Human dynamo* esta compañía también se dedica a diseñar y fabricar maquinaria de ejercitación que produce electricidad desde 2009, pero la diferencia con la mencionada anteriormente es que esta compañía se dedica a la producción de maquinaria que se usa en espacios cerrados que no están a la intemperie, como los gimnasios comunes. Su maquinaria no debe soportar las condiciones de un gimnasio público y en esto radica su principal diferencia de diseño. La compañía se dedica únicamente a la fabricación de elípticas y bicicletas estáticas que producen electricidad. Una de las principales diferencias de diseño con las máquinas comunes de producción eléctrica es que han logrado unir cuatro máquinas de ejercitación cardio a un mismo generador, lo que permite que la generación sea más eficiente. Las máquinas también cuentan con un sistema llamado FIGG (*Firewheel Inter Grid*) con el cual las máquinas pueden ser conectadas directamente a la red eléctrica, es decir no necesitan un alternador que es lo que comúnmente permite convertir la corriente continua en alterna, cambio que es necesario porque normalmente la red usa corriente alterna. En su web aseguran que su equipamiento permite a un usuario en condiciones normales generar 75w de energía eléctrica aprovechable para inyectar directamente en la red.

Un millonario de nombre Manoj Bhargava está trabajando en una bicicleta generadora que es totalmente fuera de lo común, primero que todo el millonario asegura estar invirtiendo cuatro mil millones de dólares en el desarrollo del producto que estará destinado a proveer energía a 50 casas en 2016, en un pueblo llamado Uttarakhand en donde al parecer las personas no tienen acceso a un sistema de suministro eléctrico. Este caso es inusual: al parecer esta persona no quiere recibir ningún beneficio financiero de su diseño. El generador, según se observa en los videos de Youtube que se han

vuelto virales, podría proveer electricidad para mantener iluminación y algunos electrodomésticos básicos de una casa humilde. Con una hora de pedaleo, asegura el millonario, podrá producirse energía para necesidades básicas de las cuales no se habla mucho. El invento promete mucho pero poco se conocerá hasta su lanzamiento; lo realmente interesante es que una persona quiera invertir su fortuna en ayudar a otros con los problemas energéticos, cuando esta labor debería ser de un conjunto de gobiernos y países con los recursos necesarios para desarrollarla. De este prometedor invento solo hay especulaciones y solo habrá respuestas hasta que aparezca.

5.6 Máquinas que aprovechan el trabajo del pedaleo sin utilizar electricidad.

Actualmente, existen aparatos accionados por pedales que permiten producir trabajo para realizar tareas como elevar agua con una bomba o accionar un lavarropas, estos utilizan directamente el trabajo que ofrece el pedaleo para realizar una actividad. Aprovechan una transmisión directa al elemento para realizar una actividad específica, como moler grano, mover herramientas como una pulidora o descascarillar frutos secos. La gran variedad de máquinas que se han creado aprovechando la amplia capacidad de generar trabajo de la bicicleta puede verse recopilada en libros de la época de crisis, como por ejemplo *Pedal Power in work, leisure and transportation* (Pennsylvania: Rodale Press, 1974) de James C. McCullagh. Son varias las aplicaciones de estas bici- máquinas que aprovechan la energía del pedaleo directamente para realizar varias tareas. (Terra, 2010)

¿Qué son las bicimáquinas? Son máquinas impulsadas con fuerza de pedales, siendo una tecnología intermedia. Herramienta que sirve para apoyar la economía familiar, obteniendo una capacidad más alta que la manual. Cada bicimáquina está construida artesanalmente en nuestro taller utilizando bicicletas usadas, concreto, madera, y metal. Hemos diseñado varios modelos que son funcionales y económicos. (Maya pedal, 2010)

El concepto de la bicimáquina es bastante interesante: en términos de diseño. La posibilidad de proveerle trabajo a una máquina valiéndose del pedaleo únicamente, permite a los diseñadores fabricar la cantidad de máquinas que su imaginación permita

para aprovechar esta fuente de trabajo. También replantea un interrogante en el momento del diseño del artefacto: lo que se necesita es la electricidad o el trabajo para el funcionamiento de éste. Para entender el punto al que se quiere llegar se puede pensar en una licuadora: este electrodoméstico utiliza la electricidad para producir el giro, pero la licuadora podría no ser eléctrica sino mecánica y tomar su movimiento de giro directamente de una transmisión accionada por pedales como la de la bicicleta. Muchos tipos de bicimáquinas existen alrededor del globo; un ejemplo local de una bicimáquina popular puede ser el del afilador de cuchillos, una persona que va en una bicicleta ofreciendo sus servicios. Cuando tiene que afilar un cuchillo, su bicicleta con algunas adecuaciones se convierte en la fuerza motor del esmeril, elemento que hace girar esta persona para sacarle filo al cuchillo. Otro ejemplo similar son las máquinas de coser que utilizan también el pedaleo para funcionar. Como se mencionaba anteriormente *Maya pedal* es una asociación en Guatemala que tiene una dinámica de promover el desarrollo de estos artefactos promoviendo el reciclaje de bicicletas antiguas. El tosco resultado de sus bici-máquinas es producto de la decisión de reciclar bicicletas viejas, pero los mismos conceptos de bici-máquinas podrían resolverse de mejor manera, en cuanto al diseño, si no fuera necesario utilizar las bicicletas antiguas. En pocas palabras, las ideas exploradas y desarrolladas con partes de bicicletas antiguas podrían desarrollarse con piezas desde cero y el funcionamiento conceptual de la bici maquina sería mucho mejor, al igual que su estética, que ya no estaría ligada a las bicicletas y sus antiguas partes. (Maya pedal, 2010)

Capítulo 6 estudio de casos.

6.1 Proyecto de grado de la UIS

6.1.1 Diseño del estudio

6.1.1.1 Antecedentes

El proyecto se desarrolla en el campus de la Universidad Industrial de Santander ubicado en Bucaramanga. En el año 2011 la Universidad está desarrollando el proyecto de construcción de un edificio que será la nueva sede de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) y aplica a la construcción una política de respeto por el medio ambiente a través del uso de formas energéticas sostenibles. Estas directrices se reflejan en un diseño arquitectónico bio-climático y en el uso racional de la energía, usando fuentes alternativas diferentes a las que comúnmente alimentan la red.

Además el proyecto incluye la construcción de un gimnasio que produce electricidad para estimular la costumbre del acondicionamiento físico de los estudiantes, con el propósito adicional de que sirva como un espacio ideal de sensibilización y pedagogía, permitiendo a los estudiantes aproximarse al tema de las formas de generación eléctrica y experimentar directamente el esfuerzo físico que requiere la generación de energía sobre máquinas de ejercitación.

6.1.1.2 Propósito

El estudio busca indagar y difundir las lecciones aprendidas del proyecto, especialmente sobre la factibilidad y el nivel del aporte de la realización de éste para contribuir a la solución de la problemática ambiental, aprovechando la tendencia actual de las personas a ejercitarse en máquinas de gimnasio.

6.1.1.3 Preguntas de reflexión

Los autores enfatizan en la descripción del sistema desarrollado en varios aspectos que guiaron su trabajo. Dentro del contexto ya descrito buscaron sensibilizar a la comunidad universitaria en la importancia de la generación de electricidad sostenible basada en el trabajo humano. Consideran otro aspecto fundamental en un emprendimiento sostenible: la eficiencia. No basta con generar energía sostenible, es necesario desarrollar el diseño para que toda la energía generada sea útil, que los sobrantes no se disipen como calor sino que se puedan almacenar. Surgen, entonces dos preguntas: ¿Es relevante el aporte que el resultado de este estudio brinda a la solución de la problemática ambiental actual? Por otra parte ¿es viable desarrollar un proyecto de estas características, en un entorno universitario, desde el punto de vista técnico y financiero?

6.1.2 Recopilación de la información

La forma de recolección de información utilizada es la revisión documental. La información, básicamente, se extractó del proyecto tomado como caso de análisis, verificando sus conceptos técnicos con la información de los principios básicos disponibles en la bibliografía sobre el tema y expuesta en los capítulos cuatro y cinco. Los autores presentaron un trabajo en el que estudian la implementación de un sistema de generación eléctrica mediante el uso de bicicletas estáticas. Cada conjunto generador se compone de una bicicleta estática, un acople y un generador. En el desarrollo de la tesis se define que una persona promedio accionando el equipo descrito puede generar 370 w. El sistema diseñado se compone de dos subsistemas. El primero con suministro de la energía generada a la red general de la universidad a través de 12 conjuntos generadores y la segunda con alimentación a cargas específicas aisladas con 6 conjuntos generadores. Cada uno de estos seis conjuntos generadores aislados incluye además de la configuración básica un regulador, un inversor y una batería. La cantidad de conjuntos generadores se determinó con una distribución cómoda y eficiente de los equipos en el área disponible dentro del nuevo edificio. La carga aislada se compone de

8 luminarias de 55 w y 8 tomas de 10kva, con un factor de 0.9 para un total aproximado de 1.8kw. Esta carga aislada quedará con el respaldo de la red general mediante un conmutador manual.

El subsistema conectado a la red tiene dos tramos de red: generador a inversor e inversor a red y su gestión de energía será por inversores tipo *grid-tie*. Incluye un sistema de controles electrónicos para gestionar el suministro para el consumo o para cargar las baterías y el análisis de los posibles casos que se presentarían según las condiciones variables de generación y demanda de energía.

Mediante el cálculo de las relaciones de transmisión dadas por los diámetros de los piñones entre las ruedas de la bicicleta y la relación entre el diámetro de la rueda trasera de la bicicleta y el de la polea que transmite la potencia al generador se define que la velocidad obtenida varía entre 2400 y 3000RPM. En este rango de velocidad, según la curva característica del generador, se consiguen por cada equipo aproximadamente 0.37kw de potencia generada. Para los 18 generadores propuestos se llega a 6.66kw que con una eficiencia del 70% da una potencia de 4.66kw. Con un factor de eficiencia del inversor del 90% se obtiene un aporte de potencia a la red de 4.19kw.

Los seis subsistemas aislados se deben sincronizar en frecuencia y tensión, para lo cual se utilizan un inversor tipo *Pure* y cinco tipo *Grid-tie*. En el Proyecto de grado tomado como caso, se explica cómo funciona el arreglo propuesto en los cuatro casos que se pueden presentar:

En los casos 1,2 y 4 el generador debe trabajar a su máxima eficiencia y el trabajo que hacen los practicantes del gimnasio se aprovecha cabalmente, que es lo que se pretende. Solo en el caso 3 el trabajo de los practicantes del gimnasio no se aprovecharía y se debería disipar como calor por la fricción, que es lo que siempre ocurre cuando se entrena en una máquina convencional que no tenga conectado un sistema de generación. El conmutador considerado en el diseño permite que cuando se presente una exigencia de suministro de potencia de las baterías y éstas ya hayan llegado a su mínimo admisible

de carga, la red externa se conecte para atender la demanda y permite que las baterías se recarguen con la potencia aportada por la red o por la generación de las bicicletas.

Los autores del proyecto calcularon que la inversión requerida era de más o menos 30,000 dólares en la fecha del proyecto y que considerando una operación de 10 horas diarias, el potencial ahorro anual es de 1200 dólares. Por otra parte el beneficio no sería solo económico sino principalmente pedagógico, especialmente porque el gimnasio es parte de las instalaciones de una universidad. (Núñez y Flórez, 2010)

6.1.3 Análisis de la información

Se destaca que la solución propuesta, basada en un sistema de control que dirige automáticamente la carga generada ya sea a proveer la energía necesaria para el consumo instantáneo o a cargar las baterías, soluciona un problema muy frecuente en las propuestas de generación con bicicletas estáticas: la falta de coincidencia de los consumos de la red con la generación que depende del momento en que los practicantes llegan a ejercitarse. De otra manera esta circunstancia dificultaría una aplicación práctica. En la distribución de los equipos generadores y de ejercitación se consideró que el espacio destinado al gimnasio dentro del nuevo edificio fuera cómodo y eficiente, además de coherente con los diseños presentados. Sin embargo se nota la falta de un estudio estadístico o de encuestas previo para definir el posible número de usuarios, información importante para definir el número de equipos de ejercitación y generación necesarios. El resultado de este análisis puede cambiar la escala del proyecto. Posiblemente, dada la cantidad de estudiantes de la universidad, el tamaño del gimnasio puede resultar pequeño. El tamaño del gimnasio y consecuentemente el número de equipos se definió para ajustarse a un espacio ya definido. La alternación de los casos típicos presentados, producto de los cambios cíclicos de condiciones de demanda y suministro de la energía,

permite que las baterías cumplan su función de recargarse cuando la demanda es baja en la red y de apoyar a la generación de las bicicletas cuando la demanda la supera.

6.1.4 Conclusiones

La respuesta a la pregunta clave de si la realización de proyectos como éste hace un aporte relevante a la solución de la problemática ambiental actual es sí, por la importancia de la divulgación del tema y el acercamiento de los estudiantes que en el futuro deberán tomar decisiones sobre este tema, a un tipo de equipos que genera electricidad sostenible. Con relación a la segunda pregunta planteada sobre la factibilidad técnica, los diseños presentados demuestran que es completamente posible la realización del proyecto con los elementos existentes hoy a nivel comercial. En cuanto a la viabilidad económica, evidentemente existen hoy tecnologías y equipos disponibles a costos menores que los de 2011 cuando se desarrolló el proyecto. Si con los recursos disponibles entonces el resultado era financieramente viable a largo plazo, hoy tiene una tasa de retorno menor. Se debe considerar también que los autores incluyeron en los costos la totalidad del valor de las bicicletas estáticas, costo que debió ser prorrateado entre el fin deportivo del gimnasio y el de generación. Así se reflejaría una inversión menor atribuible a la generación. La viabilidad técnica y económica, en conclusión, existen. Pero el principal beneficio sería el aporte de esta fuente de generación al aspecto pedagógico. Con relación a la eficiencia solo en un caso de los 4 posibles de

condiciones de demanda y suministro de energía, el No.3 que se presenta cuando las baterías están completamente cargadas y no hay demanda del gimnasio, no se aprovecha toda la energía generada. Se concluye entonces que el requisito de la eficiencia planteado en 6.1.1.3 también se cumple.

6.2 Proyecto de grado de la universidad Nueva Esparta.

6.2.1 Diseño del estudio

6.2.1.1 Antecedentes

El proyecto se desarrolla en el gimnasio *San Luis Fitness Center* ubicado en un barrio de Caracas, Venezuela. El caso que los autores tomaron como materia de estudio para el desarrollo de su Proyecto de Grado es el de un gimnasio afectado por el racionamiento de energía eléctrica en la ciudad de Caracas, ocasionado según explican los autores por una prolongada sequía que afectó el nivel de agua del embalse que alimenta la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar. Esta situación afectó áreas importantes de la ciudad de Caracas y de un área grande del centro del país con racionamientos en horarios programados por áreas. De acuerdo con lo expuesto por los autores, las dificultades de *Corpoelec*, la entidad responsable del suministro eléctrico, tales como falta de mantenimiento adecuado, de inversión en reposición y actualización de equipos ha llevado a que el gobierno de Venezuela busque soluciones solo en la racionalización del consumo. En este marco, los autores buscaron una solución a un problema localizado en el gimnasio mencionado.

6.2.1.2. Propósito

.Como en el caso anterior se busca definir la magnitud del aporte de la realización del proyecto a mejorar en parte la situación ambiental que se ha descrito brevemente en los capítulos anteriores. Además estudiar la viabilidad técnica y financiera del proyecto.

6.2.1.3 Preguntas de reflexión.

Los autores, en la descripción del sistema desarrollado, destacan varios aspectos que los impulsaron a realizar el proyecto: en el contexto descrito buscaron principalmente satisfacer la necesidad de las personas de mejorar un poco sus condiciones de vida solucionando un problema concreto de la comunidad que es la iluminación de una terraza

durante 3 horas diarias. Adicionalmente buscan contribuir a reducir un consumo de energía sobre un sistema en crisis mediante una pequeña generación con una fuente sostenible, que además quiere ser un ejemplo para mostrar un camino a soluciones a mayor escala. Las preguntas que se sugieren son: ¿Es significativo el aporte que el resultado de este estudio brinda a la solución de la problemática ambiental actual, agravada por un manejo deficiente de las fuentes de energía? Por otra parte ¿es viable desarrollar un proyecto de estas características limitadas de alcance en un entorno de comercio de barrio, desde el punto de vista técnico y financiero?

6.2.2. Recopilación de la información.

La forma de recolección de información utilizada es la revisión documental de la información contenida en el proyecto y en la bibliografía sobre los temas físicos de la generación eléctrica a partir de la energía cinética proveniente del movimiento de una bicicleta. El caso propuesto es la iluminación de una terraza del gimnasio en el horario de 6:00 a 9:00 PM todos los días para suplir la falta de energía por causa del racionamiento ya mencionado en los antecedentes. El área requiere para la iluminación dos bombillos de 20 watt cada uno a 120v en corriente continua. En estas condiciones, el amperaje requerido es de 0.333 amperios. Propusieron conectar a una bicicleta un generador que no es otra cosa que un motor de corriente continua, cuyo eje se hace girar por fricción entre su eje y el borde de la llanta trasera de una bicicleta. Para obtener el mayor número posible de RPM en el generador se tomaron dos decisiones: se ubica el generador cerca de la rueda trasera de una bicicleta con cambios y se instala en el eje del generador una polea con el menor diámetro que permiten las condiciones del diseño mecánico. En este caso por cada vuelta de la rueda de la bicicleta el eje del generador da 34 vueltas.

La corriente generada se hace pasar por un amplificador que hace las veces de indicador de carga y un diodo que regula la tensión de entrada al amplificador. El amplificador tiene

cuatro diodos que indican al practicante el estado de generación así: el primer diodo rojo indica 11 v, insuficiente para cargar las baterías, segundo diodo de 12 v indica que el pedaleo mejora en velocidad pero aún es insuficiente, diodo amarillo indica que aún es insuficiente pero está muy próximo a la velocidad requerida y finalmente diodo verde que indica que se están cargando las baterías. De esta manera se cargan las baterías que posteriormente alimentan los bombillos para iluminación. (Aponte y Moreno, 2014)

6.2.3. Análisis de la información

El caso de la iluminación de una terraza del gimnasio, tomado como segundo caso de análisis, tiene unas características definidas por la situación general del entorno. El alcance es precario: se reduce a suministrar energía eléctrica para 2 bombillos que iluminen una terraza. Los recursos utilizados destacan la persistencia de la voluntad y las formas ingeniosas de trabajar sobre la carencia de los recursos técnicos ya disponibles en otros lugares. Esta situación se muestra en la necesidad de hacer fabricaciones artesanales y adaptaciones para suplir componentes que ya existen y en el convencimiento manifestado por los autores de la necesidad de presentar soluciones que mejoren las condiciones de vida de la gente.

Cabe destacar que donde más persiste este problema es el interior del país, aunque la capital ha sido fuertemente afectada. Estas fallas afectan a todos los venezolanos y desmejoran en gran magnitud la calidad de vida y el progreso o desarrollo del país. La energía eléctrica, hoy en día, es la única fuente vital para el progreso de un país y el avance de sus habitantes, puesto que juega un papel importante en el sector industrial, social, económico y tecnológico.

Venezuela se caracteriza por ser un país que busca el desarrollo y cada mañana despierta con más ganas de superarse, por esta razón se debe buscar la forma de ayudar a nuestro país a que mejore y superar todos los obstáculos. (Aponte y Moreno, 2014)

6.2.4 Conclusiones

Del análisis de la información se deduce, aunque los autores solo informan el costo de la inversión en 2012, que los costos de la realización del proyecto son moderados, aunque

los autores recurrieron a usar materiales no comerciales, como el motor adaptado para funcionar como generador y la fabricación de elementos que en otros ámbitos se pueden conseguir comercialmente. Puesto que la bicicleta y su generador no van a reemplazar un consumo de una red convencional, sino a proveer uno que no se satisfacía, por deficiencia del sistema, no hay un valor con el cual comparar su costo.

Como en el caso anterior, la viabilidad técnica y la financiera son evidentes. El aporte a la sustitución de energía generada con combustibles fósiles es pequeño. El beneficio se encuentra en el mejoramiento de la calidad de vida en sitios donde la energía convencional no está disponible todo el tiempo. También en este caso el mayor aporte está en la sensibilización de los usuarios sobre la problemática ambiental y en el componente pedagógico de la investigación y realización del proyecto.

6.3 Proyecto de grado de la Universidad Nacional de Córdoba

6.3.1 Diseño del estudio

6.3.1.1 Antecedentes

El escenario del proyecto es el Club Botánico ubicado en la ciudad de Córdoba que tiene entre sus planes enfrentar dos problemas comunes a todos los establecimientos del país: por una parte disminuir los costos de su consumo de energía eléctrica y por otra solucionar los cortes estacionales del servicio de la misma energía, sin limitar el uso de equipos requeridos por los usuarios como las cintas para correr ni eliminar comodidades para sus clientes. Adicionalmente la administración del club quiere reducir el impacto ambiental de su consumo de energía implementando fuentes sostenibles. La situación energética de Argentina, según informa el autor es crítica y se agrava cada año por falta de la inversión económica requerida y se manifiesta en cortes de energía eléctrica en verano y restricciones a la distribución de gas natural para calefacción en invierno. En

esta situación un particular como el club solo puede recurrir, a corto plazo, a buscar una solución local y limitada como una fuente alternativa, por lo que resulta interesante indagar por su viabilidad.

6.3.1.2 Propósito

De forma similar a los casos anteriores este estudio busca indagar y difundir las lecciones aprendidas del proyecto, especialmente sobre la factibilidad y la importancia del aporte del proyecto a la solución de la problemática ambiental, aprovechando una fuente renovable como el esfuerzo humano, experimentándola en pequeña escala.

6.3.1.3 Preguntas de reflexión

El autor destaca, en la introducción y en la descripción del sistema desarrollado, varios conceptos importantes como guías de su trabajo. En el contexto descrito busca indagar en la importancia de la generación de electricidad sostenible basada en el trabajo humano, dentro de la situación actual de la infraestructura energética en Argentina. Plantea, entonces, la necesidad de explorar, desarrollar e implementar formas renovables de generación de energía, dejando un poco de lado el aspecto meramente económico. Considera otro aspecto fundamental en la forma en que operan las empresas generadoras de energía que es la responsabilidad social empresarial. Surgen dos preguntas: ¿Es importante el aporte del resultado para la solución de la problemática ambiental actual? Por otra parte ¿es viable desarrollar un proyecto de estas características, en el entorno descrito desde el punto de vista técnico y financiero?

6.3.2 Recopilación de la información

La forma de recolección de la información utilizada es, como en los casos anteriores, la revisión documental. La información se tomó del proyecto elegido como caso de análisis, verificando sus conceptos técnicos con la información de los principios básicos disponibles en la bibliografía sobre el tema y expuesta en los capítulos cuatro y cinco. El autor inicia su propuesta haciendo una descripción de las instalaciones del gimnasio y un listado de los equipos instalados en cada una de sus áreas, que demandan energía. Con esta información y aplicando los coeficientes de potencia y de utilización define un valor de potencia demandada promedio, que incluye la utilización real de los equipos y las variaciones de potencia requerida por los equipos. El autor hace dos consideraciones adicionales: por razones técnicas excluye los equipos trifásicos (acondicionadores de aire) y define los picos de demanda en época de verano por el mayor consumo de ventiladores y dispensadores de agua. De esta forma define los promedios de consumo de energía por cada una de las 4 zonas del gimnasio. A continuación el autor presenta los principios físicos, mecánicos y eléctricos, que aplican a la generación en este caso. Se establece que una persona promedio puede, pedaleando a 80 rpm generar en promedio 240w en una hora. En razón de las condiciones existentes de cantidad de equipos con posibilidad de generación y el número de clases diarias según el número de entrenadores contratados, define el autor 24 equipos y 12 clases diarias de 55 minutos con 21 días hábiles por mes, lo que da una generación de 1.331 kwh por mes. De acuerdo con estas consideraciones y otras como las características técnicas de los equipos requeridos como las bicicletas, generadores, inversores y baterías, que se definen también por razones de disponibilidad en el mercado de Córdoba, costo, garantía de mantenimiento y vida útil, se especifican las características precisas de cada componente. En las bicicletas se plantea modificar la transmisión existente por un juego de 3 poleas con correas de transmisión que entregan 1250 rpm al generador con un pedaleo del usuario de 50 rpm, inferior al propuesto inicialmente de 80 rpm.

La suma de las cargas de las 4 áreas del gimnasio es 5,756 kwh en una hora, lo que equivale a 479,7 amperios hora en una hora para 12 voltios. Por otra parte se define, por condiciones técnicas y de mercado, un banco de baterías equivalente a 5 baterías de 12v con una capacidad de 1.950 amperios hora. La autonomía, medida en horas, de este banco es el tiempo que éste puede soportar la carga sin aporte de la red. Este valor es $1.950 / 479,7 = 4,065$ horas o 4 horas y 4 minutos. Por razón de la eficiencia de las baterías este valor realmente es de 3 horas y 10 minutos. Esta autonomía se considera baja por lo que el autor considera las opciones de baterías de mayor capacidad, descartada porque no se consiguen en el mercado argentino, o considerar un número suficiente de bancos de baterías para tener autonomía de un día. Es decir que con la energía que se almacena en un día de trabajo del gimnasio en las baterías se pueda trabajar el gimnasio otro día sin aporte de la red. Efectuados los cálculos concluye que se requieren 6 bancos de baterías. Desde luego se deben distribuir las cargas eléctricas también en 6 grupos iguales y hacer los ajustes correspondientes en las redes. (D'agostino, 2014)

6.3.3 Análisis de la información

Para definir el número de bancos de baterías el autor se basa en el requisito de tener una autonomía de 1 día o 12 horas, lo cual implica, según su cálculo, una capacidad de almacenamiento mayor que 138 kwh, lo que lleva a definir 6 grupos de bancos de baterías. Posiblemente la razón de este requisito sea la percepción directa que tiene el autor sobre la duración y frecuencia de los racionamientos de electricidad. Sin embargo parece una exigencia excesiva, que conlleva un mayor costo en la solución propuesta. Esta misma percepción del autor parece llevarlo a no explorar otras formas usuales de ahorro de consumo energético en el ámbito de los gimnasios con bicicletas generadoras

como es la sustitución de la fuente para algunos consumos específicos más compatibles con la cantidad de energía generada por las máquinas de ejercitación.

Se destacan varios planteamientos importantes del autor: aunque el proyecto no es atractivo desde la óptica de la macroeconomía actual, si lo es como aprovechamiento de una fuente de energía renovable. Por otra parte se debe analizar cómo factores como una mayor facilidad para importar componentes técnicos a precios asequibles y el desmonte de subsidios que abaratan artificialmente la energía pueden cambiar el balance económico de `1proyectos como este. Finalmente el concepto de responsabilidad social empresarial que debe impulsar a empresas con balance deficitario con el medio ambiente y las comunidades a mostrar un nuevo compromiso.

6.3.4 Conclusiones

La respuesta a la pregunta sobre si un proyecto de estas características aporta a la solución de la problemática ambiental actual es sí, porque plantea la importancia de la divulgación del tema y la necesidad de cambiar los paradigmas socio económicos actuales para acercarse a la solución de los problemas ambientales críticos que se presentan hoy en el mundo.

En cuanto a la viabilidad técnica es evidente, está demostrada con el diseño de la solución propuesta en el proyecto. La viabilidad económica dentro de los conceptos de la economía actual no existe. Se plantea en 6.3.3 la necesidad de tener una visión más amplia del mundo actual y futuro para entenderla.

Capítulo 7 Conclusiones sugerencias y recomendaciones.

En el capítulo 1 se plantea el tema de la naturalidad con la que la mayoría de gente actual utiliza la energía eléctrica como si fuera infinita, como si aparte del pago mensual de la factura no existiera un costo ambiental mucho mayor que se está dejando de lado y que le será cobrado a futuras generaciones. La realidad es que afecta a todos los pobladores independientemente de si cada persona puede tener acceso a energía o no. Se debe entender que el mundo no tiene más fronteras a las que la humanidad pueda ir cuando termine con todo, es esencial para empezar a comprender la perspectiva real de lo que viene en un futuro no muy lejano. La factura ambiental que va a pasar el planeta cuando sus sistemas vitales no resistan más la pagarán todos los actuales y futuros pobladores del planeta. Las consecuencias habrán sido causadas en buena parte por el uso que se da actualmente a los combustibles fósiles. Por el contrario los organismos vivos en la naturaleza realizan sus funciones con un costo energético mucho menor que el de la sociedad actual. El ser humano no ha aprendido de los sistemas naturales que lo rodean y en vez de usar la sabiduría de la naturaleza opta por destruir el ambiente a su paso. Uno de los mayores riesgos se deriva del comienzo del agotamiento y por tanto el encarecimiento de los combustibles fósiles, situación que lleva al uso de procedimientos cada vez más riesgosos para el ambiente, como el *fracking*. Se ve cómo, ante una crisis como la que se empieza a enfrentar, se entrega a los sectores privados de explotación herramientas más contaminantes aún que las ya existentes. Mientras personas con sentido común pensarían que en momentos de crisis se deberían estimular las tecnologías verdes, las empresas establecidas ya tienen una respuesta como el *fracking*, terriblemente peor, ambientalmente hablando, disponible para cuando llegue el verdadero periodo de crisis. Así, aunque lo que se hace hoy es terriblemente dañino, lo que se avecina parece no tener nombre.

El consumo responsable es la única vía al desarrollo social y conservación ambiental. El consumismo actual no estimula la búsqueda del ahorro energético y cuando el sentido común debería ser suficiente para observar lo mal que está el planeta, se opta por ignorarlo. El consumo de energía está presente en la mayoría de actividades industriales y de servicios, por esto la forma de consumir es seguramente uno de los componentes más importantes en toda la cadena productiva actual. En los hábitos de consumo se pueden hacer verdaderos cambios que se verán reflejados en toda la cadena, ya sea para mejorar la situación disminuyendo el mismo o empeorarla como se hace actualmente aumentándolo. Dentro de la cadena productiva de una sociedad, el consumo es el motor de la economía. Cualquier proceso económico busca una utilidad a través de la venta de productos o servicios. De la pregunta ¿quién define cuáles consumos satisfacen necesidades básicas reales y cuáles son suntuarios? surge el tema del consumo sostenible, responsable con el medio ambiente y con el desarrollo real de las condiciones que permitan el avance de la sociedad. De acuerdo con la Comisión sobre el desarrollo Sostenible de la ONU (2015), el consumo sostenible es la utilización de bienes y servicios para atender necesidades básicas y garantizar una mejor calidad de vida, minimizando el uso de recursos naturales, la emisión de desperdicios tóxicos y toda forma de contaminación que afecte el ambiente y los ciclos de vida del planeta, buscando preservar los recursos naturales para que las futuras generaciones puedan disponer de ellos.

Por otra parte los insumos necesarios para la fabricación de bienes de consumo provienen en muchos casos de países o regiones sin control de los métodos de extracción ni de las consecuencias humanas ni ambientales de los mismos. Se hace evidente entonces que el consumo controlado únicamente por las leyes del mercado lleva al desastre ambiental y humano.

La propuesta de los generadores de electricidad en gimnasios como alternativa es bastante viable teniendo en cuenta el concepto de que las tecnologías verdes deben complementarse entre ellas. Estos gimnasios serán otro eslabón más en la cadena de tecnologías que deben trabajar juntas para proveer la energía que necesita la sociedad; hay que entender que ésta y otras tecnologías se deben complementar para reemplazar un gigante destructivo por muchos pequeños participantes sustentables.

Es importante implementar el uso de las tecnologías VAS para la generación de energía y actualmente existe la tecnología necesaria. El reto es la implementación superando los puntos esenciales: definición de las tecnologías a utilizar, llegar a acuerdos sobre el uso de los materiales críticos que requieren y trabajar en el desarrollo de las tecnologías acordadas para que la confiabilidad de las tecnologías VAS sea al menos igual a la de las existentes.

Una diferencia que deben marcar las tecnologías verdes con las anteriores es la aplicación integral del Principio de Precaución que tiende a evitar daños ambientales ocasionados por la ejecución de proyectos sin conocer suficientemente los sistemas biológicos que se intervienen ni su interconexión con otros organismos y sistemas.

Racionalizar el consumo de energía es necesario en cualquier panorama de mejoramiento ambiental. Como se sabe la generación de energía es uno de los principales factores de contaminación del ambiente. La solución debe considerarse desde dos perspectivas: la producción sostenible de la energía, reemplazando las generadoras no sostenibles actuales y el ahorro de la energía generada por cualquiera de las fuentes existentes. Mientras se desarrollan masivamente las fuentes sostenibles de energía, se debe racionalizar el uso de las otras, basadas en el consumo de combustibles fósiles, mediante la eliminación de los despilfarros del consumo y con el aumento de la eficiencia en los procesos industriales y domésticos. El reemplazo de las fuentes de generación de energía existentes por otras sostenibles no se hará en el corto plazo, es importante

entonces reducir la huella disminuyendo la cantidad de energía consumida. En la situación actual es imperativo revisar la importancia de optimizar la eficiencia de los procesos de todo orden y tomar decisiones de fondo. Estas medidas no serán populares, afectarán intereses poderosos, requerirán inversiones grandes, e implicarán cambiar la manera de pensar y actuar. Se requiere la intervención de los estados, que deberán tomar las medidas necesarias para forzar a todos los actores a eliminar los desperdicios, a optimizar los procesos industriales, institucionales y domésticos mediante estímulos al ahorro y castigos al desperdicio e ineficiencia, por medio de tarifas, multas y otros medios disponibles. Se requiere contar con toda la gente, estudiar las soluciones que tiene la ingeniería lógica, contar con los recursos, educar a la generación actual y a las siguientes para entender que sin el planeta en condición de habitabilidad, no habrá futuro.

¿Cuáles actores deben unirse para implementar las tecnologías verdes? El asunto es cómo hacer con los actores existentes: los gobiernos, la industria y los poderes financieros para rescatar el planeta entre todos. Se debe encontrar en primer lugar la forma de conseguir que se den estas uniones entre personas, entidades y gobiernos. Los impulsores de las tecnologías verdes tienen al menos dos retos importantes. El primero es desarrollar o continuar desarrollando los principios científicos, técnicos y logísticos que permitan llevar a cabo los procesos que requiere la sociedad de una manera sostenible para detener la destrucción del ambiente. El segundo, tanto o más difícil que el primero, es poder desarrollar propuestas dentro del sistema económico y político existente. Se requiere habilidad política para jugar con la competencia, con los principios del mercado y al mismo tiempo conseguir el respaldo de gobiernos y organizaciones para progresar e inducir los cambios que se necesitan. Igualmente se deberá lidiar con los ciclos del mercado y los vaivenes de la economía.

Los impulsores de tecnologías verdes deberían considerar la política internacional con sus cambios y la influencia de este factor en sus proyectos. Convencer a la gente común

y a los poderosos medios de comunicación es otro de sus principales objetivos. Además deberán ser innovadores y flexibles. Es indispensable la unión de todos los actores políticos, económicos y sociales, así como la participación consciente de las personas para lograr la implementación de tecnologías verdes que sustituyan las actuales. Los cambios que conllevan estas condiciones son gigantescos.

La bicicleta estática es el artefacto más eficiente en transformación de la potencia humana. En esta propuesta de tecnología verde el pedaleo se convierte en energía eléctrica. El simple hecho de aprovechar la energía que produce una persona cuando se ejercita y convertirla en electricidad útil ya puede considerarse una ganancia importante, porque se estaría dando utilidad a una energía que habitualmente se desperdicia. Actualmente son muchas las personas que pasan largos periodos de tiempo ejercitándose; por esto el concepto de aprovechar los esfuerzos generados por la gente en una actividad de rutina y utilizarlos para suplir en alguna medida una necesidad energética hace que la generación en gimnasios sea una buena alternativa como tecnología verde para generar, con muchas otras, energía limpia.

Otro componente importantísimo que tienen implícito las máquinas de gimnasios que producen electricidad, es el aporte pedagógico de estar haciendo un esfuerzo físico de ejercitación con el agotamiento normal que éste genera y poder comparar este cansancio con la cantidad de energía producida. La actividad del ejercicio en estas condiciones crea conciencia en las personas que se ejercitan, ya que literalmente sudan para conseguir electricidad. La experiencia de entrenarse en estas máquinas y poder recargar, por ejemplo, un elemento de uso diario como el celular, le permite al usuario dimensionar cuanto consume este aparato, además entender con un esfuerzo físico cuánto cuesta recargarlo, y finalmente hacer un cálculo de cuanta energía limpia estaría aportando y generando en un periodo de tiempo como un mes, energía que dejaría de producirse por métodos contaminantes.

De los tres análisis de casos estudiados sobre Proyectos de Grado de gimnasios con generación eléctrica se concluye que la viabilidad técnica existe puesto que los diseños presentados permiten la fabricación e instalación de las soluciones propuestas. A pesar de que cada caso ocurre en un país distinto de América Latina los autores de cada proyecto realizaron los diseños ajustándose a la disponibilidad de componentes en el mercado local de cada país.

En todos los casos la viabilidad económica de los proyectos no existe desde el punto de vista de la economía actual, por tener una tasa interna de retorno muy larga. Los autores del proyecto de la Universidad Industrial de Santander (Colombia) calcularon que la inversión requerida era de más o menos 30.000 dólares en la fecha del proyecto y que considerando una operación de 10 horas diarias, el potencial ahorro anual es de 1.200 dólares. En el caso analizado de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina) se encontró una relación entre inversión inicial y ahorro mensual similar. En el caso del sistema planteado por los estudiantes de la Universidad Nueva Esparta (Venezuela) no se va a reemplazar un consumo en una red convencional sino a proveer uno que no se satisfacía por deficiencia del sistema, por lo que no hay un valor real para comparar el costo. En este caso el proyecto va dirigido a mejorar la calidad de vida de las personas en los momentos de racionamiento cuando no hay suministro de electricidad.

Un proyecto de esta naturaleza, sin rentabilidad económica puede rescatarse con un enfoque diferente, como aporte de empresas con Responsabilidad Social Empresarial o del estado para mejorar el nivel de vida de comunidades aisladas, o, a mayor escala, con fines deportivos y pedagógicos para grandes cantidades de personas en espacios públicos como parques o plazas.

Un problema frecuente en los gimnasios con sistemas de generación eléctrica es la falta de coincidencia en el tiempo de las cargas con los suministros de energía, es decir que los consumos sobre la red no se presentan simultáneamente con la generación. Si no hay

un sistema de control que dirija automáticamente la carga generada ya sea a proveer la energía para el consumo instantáneo o a cargar las baterías no se podrán atender las cargas adecuadamente y se perderá parte de la energía generada. Observando el caso de la universidad Industrial de Santander se puede concluir que los estudiantes autores del proyecto solucionaron este problema con un buen diseño y componentes comerciales.

La generación de energía en el sitio de consumo es un concepto nuevo que tiene ventajas ambientales sobre las formas tradicionales de generación de energía. Una de las principales características de la producción sostenible es que se haga de forma local. En el caso de la energía, la producción en sitio evitaría el consumo implícito en la fabricación y montaje de las estructuras y los kilómetros de cable de las redes de distribución. También se evitaría el consumo de combustibles para los equipos de transporte y montaje requeridos. Se suprimiría la extracción minera de los metales necesarios para la fabricación de cables y estructuras metálicas y el consumo de energía asociado a esta actividad. Corresponde a las formas alternativas de generación de energía establecer otra diferencia con sus antecesores mediante la generación en sitio siempre que sea posible.

Lista de Referencias Bibliográficas.

Alianza mexicana contra el fracking. (2016). *Qué es el fracking?* Disponible en: <http://nofrackingmexico.org/que-es-el-fracking/>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2013). *Instructivo para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE.* Disponible en: http://intranetsdis.integracionsocialgov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestio_n_bienes_servicios/04_instructivo_ raees.pdf

Ambientalmente. (21 de marzo de 2008). *Gestión sustentable de los RAEE* [posteo en blog] Disponible en: <http://ambiental-mente.blogspot.com.co/2008/03/gestion-sustentable-de-los-residuos-de.html>

Aponte, M. y Moreno, O. (2014). *Diseño e implementación de un dispositivo generador de energía eléctrica a partir de energía cinética en el gimnasio San Luis fitness center.* Proyecto de Graduación. Facultad de Ingeniería. Caracas: Universidad Nueva Esparta. Disponible en: miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/12345_6789/2503/1/TG5266.pdf

Asocaña (2014). *Cogeneración.* Disponible en: <http://www.asocana.org/documentos/>

Bohórquez, E. (2007, 2 de noviembre) La energía del azúcar. *El Espectador.* p. 11

D'agostino, A. (2014). *Diseño de producto: Generación de energía eléctrica a partir de bicicletas fijas de indoor.* Proyecto de Graduación. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1340/Dagostino%20Alexis%20-20PI.pdf?sequence=1>

Diez lecciones sobre tecnologías verdes. (2001, sep oct) *Gestión*, 16 (5), 168-175.

Edissa Ltda. (Ed.). (1987). *Enciclopedia práctica de electricidad y energía.* (Vol.2). Bogotá Ediciones Lerner Ltda.

Feijoo, L. y Menéndez, E. (2004, mayo) Energía y medio ambiente: Límites en ciencia y tecnología. *Archipiélago: Cuadernos de crítica de la cultura*, 61, 87-93. Fracking ez (2013) *Qué es el fracking.* Disponible en: <http://frackingez.org/que-es-el-fracking/>

García, R. y Vega, P. (2009). *Sostenibilidad, valores y cultura ambiental.* Madrid: Ediciones Pirámide

González, G. y Ramírez, H. (1979). *Suministro de energía eléctrica para una cervecería (Aplicación de turbinas de vapor con extracción)*. Proyecto de Graduación. Facultad de Ingeniería. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Hallyday, D., Resnick, R. (1970). *Física*. México: Editorial CECSA

Historias y biografías (2014). *Historia de la bicicleta, origen de la bicicleta .Celerífero bicis*. (2014). Disponible en: <http://historiaybiografias.com/bicicleta/>

Jacobson, M. y Delucci, M. (2010). Energía sostenible .*Investigación y Ciencia*, 400, 20-27

La gran enciclopedia de economía. (2009) *Consumo*. Disponible en: <http://www.economia48.com/spa/d/consumo/consumo.htm>

Marks, L. (1951). *Mechanical Engineers' Handbook*. York: McGraw-Hill Company, Inc.

Maya pedal., (2010). *Bicimáquinas*. Disponible en <http://mayapedal.org/machines.es>

Medina, E. (2015, 11 de junio). El colombiano que lleva luz a barrios. *El Tiempo*. p. 8

Munford, L. (1997). *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza.

Navarrete, S. (2015, 2 de septiembre) Hay que abandonar la idea afanosa del crecimiento económico. *El Espectador*. p. 12

Núñez C. y Flórez J. (2010). *Diseño de un sistema de generación de energía eléctrica partir de bicicletas estáticas*. Proyecto de Graduación. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Disponible en <http://www.repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3045/2/142390>.

Pauli, G. (2011). *La economía azul, 10 años, 100 innovaciones 100 millones de empleos*. Barcelona: Tusquets editores

PNUD (2016). *Objetivos de desarrollo sostenible*. (2016). Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/post-2015-development-agenda/goal-12.html>

Postigo, L. (1965). *El mundo de la energía*. Barcelona: Editorial Ramón Sopena S.A.

- Riechmann, J. y Tickner, J. (2002). *El principio de precaución*. Barcelona: Editorial Icaria
- Romero, J. (1963). *Electricidad*. Barcelona: Editorial Ramón Sopena S.A.
- Rodríguez, M. (2015, 13 de sep). Objetivos del desarrollo sostenible. *El Tiempo*. p.8
- Rodríguez, M. (2015, 17 de junio). David triunfa sobre Goliat. *El Tiempo*. p.6
- Sintes, F. (1964). *Física general aplicada*. Barcelona: Editorial Sopena S.A.
- Tarte, R. (2012). *Analfabetismo Ecológico, el conocimiento en tiempos de crisis*. Panamá: Panamá ciudad del saber.
- Terra. (2015). *El documental del mes: Bicicletas vs coches*. Disponible en:
<http://www.terra.org/categorias/peliculas/bicicletas-vs-coches>
- Terra. (2010). *Energía de propulsión humana en bicicleta*. Disponible en
<http://www.terra.org/categorias/articulos/energia-de-propulsion-humana-en-bicicleta>
- Venegas, J. (1963). *Texto de Física*. Cali: Editorial Norma.
- Wilson, J. y Buffa, A. (2003). *Física*. México: Pearson Educación.

Bibliografía

- Alianza mexicana contra el fracking. (2016). *Qué es el fracking?* Disponible en: <http://nofrackingmexico.org/que-es-el-fracking/>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2013). *Instructivo para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE.* Disponible en: http://intranetsdis.integracionsocialgov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestion_bienes_servicios/04_instructivo_raees.pdf
- Ambientalmente. (21 de marzo de 2008). *Gestión sustentable de los RAEE* [posteo en blog] Disponible en: <http://ambiental-mente.blogspot.com.co/2008/03/gestion-sustentable-de-los-residuos-de.html>
- Aponte, M. y Moreno, O. (2014). *Diseño e implementación de un dispositivo generador de energía eléctrica a partir de energía cinética en el gimnasio San Luis fitness center.* Proyecto de Graduación. Facultad de Ingeniería. Caracas: Universidad Nueva Esparta. Disponible en: miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/2503/1/TG5266.pdf
- Asocaña (2014). *Cogeneración.* Disponible en: <http://www.asocana.org/documentos/>
- Bohórquez, E. (2007, 2 de noviembre) La energía del azúcar. *El Espectador.* p. 11
- D'agostino, A. (2014). *Diseño de producto: Generación de energía eléctrica a partir de bicicletas fijas de indoor.* Proyecto de Graduación. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1340/Dagostino%20Alexis%2020PI.pdf?sequence=1>
- Diez lecciones sobre tecnologías verdes. (2001, sep oct) *Gestión*, 16 (5), 168-175.
- Edissa Ltda. (Ed.). (1987). *Enciclopedia práctica de electricidad y energía.* (Vol.2). Bogotá Ediciones Lerner Ltda.
- Feijoo, L. y Menéndez, E. (2004, mayo) Energía y medio ambiente: Límites en ciencia y tecnología. *Archipiélago: Cuadernos de crítica de la cultura*, 61, 87-93. Fracking ez (2013) *Qué es el fracking.* Disponible en: <http://frackingez.org/que-es-el-fracking/>
- García, R. y Vega, P. (2009). *Sostenibilidad, valores y cultura ambiental.* Madrid: Ediciones Pirámide

González, G. y Ramírez, H. (1979). *Suministro de energía eléctrica para una cervecería (Aplicación de turbinas de vapor con extracción)*. Proyecto de Graduación. Facultad de Ingeniería. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Hallyday, D., Resnick, R. (1970). *Física*. México: Editorial CECSA

Historias y biografías (2014). *Historia de la bicicleta, origen de la bicicleta .Celerífero bicis*. (2014). Disponible en: <http://historiaybiografias.com/bicicleta/>

Jacobsen, M. y Delucci, M. (2010). Energía sostenible .*Investigación y Ciencia*, 400, 20-27

La gran enciclopedia de economía. (2009) *Consumo*. Disponible en: <http://www.economia48.com/spa/d/consumo/consumo.htm>

Marks, L. (1951). *Mechanical Engineers' Handbook*. York: McGraw-Hill Company, Inc.

Maya pedal., (2010). *Bicimáquinas*. Disponible en <http://mayapedal.org/machines.es>

Medina, E. (2015, 11 de junio). El colombiano que lleva luz a barrios. *El Tiempo*. p. 8

Munford, L. (1997). *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza.

Navarrete, S. (2015, 2 de septiembre) Hay que abandonar la idea afanosa del crecimiento económico. *El Espectador*. p. 12

Núñez C. y Flórez J. (2010). *Diseño de un sistema de generación de energía eléctrica partir de bicicletas estáticas*. Proyecto de Graduación. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Disponible en <http://www.repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3045/2/142390>.

Pauli, G. (2011). *La economía azul, 10 años, 100 innovaciones 100 millones de empleos*. Barcelona: Tusquets editores

PNUD (2016). *Objetivos de desarrollo sostenible*. (2016). Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sdgooverview/post-2015-development-agenda/goal-12.html>

Postigo, L. (1965). *El mundo de la energía*. Barcelona: Editorial Ramón Sopena S.A.

Riechmann, J. y Tickner, J. (2002). *El principio de precaución*. Barcelona: Editorial Icaria

Romero, J. (1963). *Electricidad*. Barcelona: Editorial Ramón Sopena S.A.

Rodríguez, M. (2015, 13 de sep). Objetivos del desarrollo sostenible. *El Tiempo*. p.8

Rodríguez, M. (2015, 17 de junio). David triunfa sobre Goliat. *El Tiempo*. p.6

Sintes, F. (1964). *Física general aplicada*. Barcelona: Editorial Sopena S.A.

Tarte, R. (2012). *Analfabetismo Ecológico, el conocimiento en tiempos de crisis*. Panamá: Panamá ciudad del saber.

Terra. (2015). *El documental del mes: Bicicletas vs coches*. Disponible en:
<http://www.terra.org/categorias/peliculas/bicicletas-vs-coches>

Terra. (2010). *Energía de propulsión humana en bicicleta*. Disponible en
<http://www.terra.org/categorias/articulos/energia-de-propulsion-humana-en-bicicleta>

Venegas, J. (1963). *Texto de Física*. Cali: Editorial Norma.

Wilson, J. y Buffa, A. (2003). *Física*. México: Pearson Educación.