

**IMPACTOS ECONÓMICOS Y MEDIOAMBIENTALES DE LA
TECNOLOGÍA : SU EXPRESIÓN EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EMPLEANDO COMBUSTIBLES PESADOS.**

M.Sc. Evelio Donate Cartas¹

1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el papel fundamental de la ciencia y la tecnología contemporánea en el desarrollo de la sociedad, así como la influencia estas en el desarrollo científico tecnológico y en el impacto ambiental, demostrándose la necesidad de que el enfoque del hombre como entidad biológica debe ser estrictamente ecológico. Se analiza y demuestra también la necesidad de adoptar una estrategia nacional de generación de energía eléctrica que disminuya los perjuicios al medio ambiente a partir de la influencia del desarrollo científico tecnológico en esta rama y de la necesidad de la misma. Así mismo se propone la implementación de algunas técnicas de generación de energía eléctrica que demuestren resultados favorables en cuanto a la disminución de la contaminación del medio ambiente y el aumento de los beneficios económicos que repercuten en un mayor beneficio para el desarrollo del hombre.

Palabras Claves: tecnología, sociedad, generación de electricidad, impacto medio ambiental.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que afronta la Humanidad, es el cuidado de su ya deteriorado Medio, el cual se ve afectado, entre otros factores, por la combustión de hidrocarburos para la generación de energía eléctrica.

Consecuentemente con estas necesidades, gran parte del desarrollo científico y tecnológico de los últimos años en este campo, se ha encaminado a la optimización de la combustión de los hidrocarburos o la sustitución de estos por otros combustibles más ecológicos. En Cuba, una las alternativas empleadas para la disminución de los costos de generación eléctrica, consiste en la adaptación de sus Termoeléctricas para el consumo del crudo nacional (combustible pesado), de menor costo que el fuel oil que era el empleado tradicionalmente, pero de elevada viscosidad, lo que dificulta su atomización y posterior combustión [5,13,30].

Por lo antes expuesto, el Centro de Estudios de Combustión y Energía (CECYEN) de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” (UMCC), ha desarrollado un nuevo atomizador, cuyas pruebas en frío, con aplicación de difracción láser, demostraron que se consigue reducir un 37% el diámetro medio de gotas y un 23% el coeficiente de descarga; con un flujo de gas auxiliar atomizante, un 12,7% inferior que el requerido con las boquillas comerciales tipo “Y”, comprobándose durante más de un año de uso continuo en la CTE José Martí, que el nuevo diseño logra una reducción de 9,8 g-eq/kWh de consumo específico de combustible, con eficiencia en caldera superior en dos puntos porcentuales [18]. Para su generalización en las CTE del país se necesita una metodología de cálculo de sus parámetros constructivos basada en el cumplimiento de los parámetros de semejanza obtenidos en la prueba del modelo.

Este trabajo tiene como objetivo analizar desde un enfoque C-T-S (ciencia-tecnología-sociedad) los principales aspectos del impacto favorable para la economía y el Medio Ambiente de la generación de energía empleando combustibles pesados.

DESARROLLO

Trascendencia del desarrollo tecnológico para la economía y el medio ambiente.

El desarrollo científico y tecnológico es uno de los factores más influyentes en la sociedad actual. Sin el avance de las fuerzas productivas que la ciencia y la tecnología han hecho posible, sería impensable la globalización mundial existente que polariza toda riqueza y poder.

Una de las razones que explican la creciente importancia que en las últimas décadas se han atribuido a los estudios sociales de la ciencia, es la relevancia del nexo ciencia – tecnología – sociedad [26]. Esto ha contribuido al desarrollo de fuertes corrientes de análisis sociológico, histórico y filosófico que han puesto el acento en el examen de la ciencia desde la perspectiva de sus interrelaciones con la sociedad. De igual forma, los estudios socio – filosóficos de la técnica y la tecnología se han ido extendiendo y profundizando, permitiendo de esta manera, cobrar cuerpo a una filosofía y sociología de la ciencia. Según Núñez [25], la ciencia es una actividad social dedicada a la producción, difusión y aplicación de conocimientos; actividad generadora de su propia cultura.

Pacey [27] plantea que la tecnología es una práctica social y la divide en tres dimensiones:

Técnica: conocimientos, capacidades, destrezas técnicas, instrumentos, herramientas y maquinarias, recursos humanos y materiales, materias primas, productos obtenidos, desechos y residuos.

Organizativa: política administrativa y gestión, aspectos de mercado, economía e industria; agentes sociales: empresarios, sindicatos, cuestiones relacionadas con la actividad profesional productiva, la distribución de productos, usuarios y consumidores, entre otras.

Ideológico-cultural: finalidades y objetivos, sistemas de valores y códigos éticos; creencia en el progreso, etc.

Según Núñez [25], esta formulación tiene la virtud de ensanchar la idea habitual de tecnología y revelar la conflictividad social que rodea la práctica tecnológica; ella no solo involucra equipos, sino conocimientos, destrezas, problemáticas organizacionales, valores e ideologías. En este trabajo, Núñez también plantea la necesidad de reconsiderar algunas estrategias en la educación de científicos e ingenieros, teniendo en cuenta el nuevo concepto de tecnociencia [8] introducido a partir del análisis de la interacción creciente entre ciencia-tecnología que se observa a lo largo del pasado siglo y el transcurso del presente. Al respecto, nos impone dos conclusiones:

Los nexos ciencia-tecnología-sociedad han cambiado radicalmente en el curso de tres siglos y hoy adquieren una especial intensidad.

La educación de científicos e ingenieros debe tomar en cuenta esos procesos. Los enfoques sociales son hoy tan importantes para esos profesionales como el resto de las disciplinas que aceptamos como necesarias. La educación debería fundarse en la idea de que ciencia y tecnología son procesos sociales, y no verdades y aparatos al alcance de todos.

Entre las partes del amplio espectro de la reflexión teórica actual sobre la ciencia y la tecnología puede mencionarse las investigaciones sobre el impacto de las nuevas tecnologías en la estructura y funcionamiento de la sociedad y de los ecosistemas, el paradigma de las tecnologías sustentables y el análisis ético y psico – funcional de la creación técnica entre otros.

No cabe duda entonces, de que para los profesionales modernos es vital comprender el papel que juega la ciencia y la técnica en la sociedad y cómo el esclarecimiento de los complejos del nexo ciencia – tecnología – sociedad se encuentra entre los factores de mayor importancia para la concepción del mundo en el desarrollo y la aplicación de dichos campos.

La sociedad contemporánea vive inmersa en un cúmulo de problemas ambientales producto del modo inadecuado en que el hombre ha explotado los recursos naturales. Para que los seres humanos tomen en cuenta la complejidad de los problemas y se aproximen al encuentro de otros profesionales y disciplinas en la búsqueda de un conocimiento integrado que conduzca a soluciones y propuestas adecuadas desde el punto de vista medioambiental, se hace necesario e imprescindible completar sus conocimientos e incidir en una formación con visiones más amplias en todos, de forma tal que se sensibilicen para que no incidan con sus afectaciones de forma consciente o inconsciente en el deterioro del medio ambiente. No obstante, la comprensión integral del medio ambiente no es posible si se parte solamente de la interpretación de los procesos naturales al margen de los sistemas o modos de producción que han tenido lugar en el desarrollo de la sociedad humana.

En tanto que prolonga y realiza sus capacidades físicas e intelectuales, se puede decir que el avance de la sociedad se encuentra marcado por la ciencia y la técnica. El efecto social de la actividad científica repercute en el plano económico – productivo, en el nivel de ilustración de la sociedad y en las relaciones sociales. Se hace necesario apuntar que no solo la reflexión filosófica, sino además la reflexión interdisciplinaria (filosófica, sociológica e histórica) característica de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, brinda la posibilidad de reconocer a la ciencia como parte integrante de cualquier proceso social que conduce al desarrollo del bienestar humano [25]. Aunque es importante saber de ciencia, también hay que realizar esfuerzos para saber algo sobre la ciencia, respecto a sus características culturales, los conceptos éticos que la envuelven y su interacción con la sociedad [25].

La ciencia y la tecnología son procesos sociales profundamente marcados por la civilización donde han crecido; el desarrollo científico y tecnológico requiere de una estimación cuidadosa de sus fuerzas motrices e impactos, así como de un conocimiento profundo de sus interrelaciones con la sociedad [25]. La ciencia como modo de la actividad cognoscitiva tiene como presupuesto el desarrollo de la actividad productiva de la sociedad, lo que garantiza un nivel de satisfacción de las necesidades materiales más crecientes de la sociedad y esto permite a su vez que determinado sector de la sociedad se pueda dedicar a la actividad intelectual. La ciencia representa por lo tanto un fenómeno socialmente significativo en tanto incide en toda la vida social, por lo que la propia sociedad se interesa y actúa sobre su desenvolvimiento. A través de la reflexión filosófica sobre la actividad científica, podemos reconocer en la ciencia y la técnica a dos inapreciables medios con que cuenta el hombre para el despliegue de su existencia social.

Según Velho [31] la ciencia ejerce aplicaciones productivas y sociales tangibles, por lo tanto, existe una correlación positiva directa entre la actividad científica y el crecimiento económico o el desarrollo social. Como consecuencia, el quehacer científico producirá tarde o temprano beneficios tangibles para la sociedad. En vista de esto, es suficiente juzgar la ciencia por sus propios criterios internos de excelencia puesto que, con el tiempo, tendrá su eco en el sistema social y productivo.

El punto de empalme de la ciencia y la tecnología se convierte hoy en día en el centro de la atención social. No se trata solo de propiciar la ciencia sino de transmitirla rápidamente a la tecnología y con esta a la producción [24]. La moderna tecnología, dice el autor, se encuentra en el mismo centro de la civilización contemporánea y cambia constantemente el mundo en que vivimos, desde la producción social hasta la comunicación y la sensibilidad humana. Lo típico de una tecnología es que ella incorpora de modo sistemático y creciente los resultados científicos. De esta forma ciencia y tecnología se integran constantemente hasta confundirse.

Sáenz y Capote (1989) aportan un elemento más para entender el carácter activo de los resultados de la actividad cognoscitiva humana dentro de la vida social al plantear que el desarrollo de la ciencia y la tecnología influyen en la visión de la realidad de los hombres en cada época histórica y condiciona el modo en que estos se relacionan con la naturaleza para someterla en bien de sus necesidades. La comprensión de la ciencia como fenómeno social y como un elemento del sistema social general, permite ver la relación existente entre esta y el resto de los fenómenos y relaciones sociales.

Frolov [9] plantea la importancia que tiene conjugar el progreso científico técnico con los intereses de la comunidad humana (la sociedad) de modo que el hombre se sienta verdadero artífice activo de ese progreso que no es más que la transformación más profunda de la naturaleza. La ciencia moderna al provocar sensibles cambios en la producción material, se convierte en uno de los factores decisivos de las transformaciones sociales, del crecimiento de la instrucción y la cultura de la sociedad. Resulta ser la fuerza que contribuye a desarrollar al propio hombre y a sus fuerzas creadoras.

El medio ambiente, es la esfera de las relaciones entre el hombre y la naturaleza y está integrado por:

- Resultado material de la acción humana (Naturaleza transformada por el trabajo social).
- Flujos y relaciones que interconectan los objetos creados por la acción humana.
- Hombre, cualificado por sus relaciones sociales, cultura, ideas, símbolos, utopía y conflictos.

El hombre es naturaleza por lo que para reconocer su propia existencia tiene que reconocer a la naturaleza, a su vez el hombre y la sociedad para su existencia necesitan de la naturaleza y la sociedad interactúa constantemente con la naturaleza y es aquí donde puede transformarla para su beneficio, destruirla o conservarla.

El descomunal avance de la ciencia al final del siglo XX no puede verse aislado del problema ecológico, el cual es considerado como un constituyente importante y un problema global de la humanidad, todo esto al considerar el impacto social que el avance de estas ciencias ha provocado en los últimos tiempos[23].

Según Jonás el poder de la técnica hoy, a puesto en juego la supervivencia no solo del hombre, sino también de la propia naturaleza que se ha tornado vulnerable. Debemos buscar una forma de hacer presente la imagen del futuro, el cual no debe verse como algo inevitable al igual que en las utopías, sino creable y hasta evitable, por eso, lo que hagamos por él puede ser reprochable [22]. La naturaleza está tan dañada por la sociedad que si en un principio no la necesitó, ahora es urgente que la restaure y restablezca en lo posible su equilibrio.

La interacción del hombre con la naturaleza es una condición básica e indispensable para el desarrollo de la sociedad, en dependencia del nexo será también el futuro del medio natural que habita el hombre y la humanidad. González [10] señaló que el ser humano apareció tardíamente en la historia de la Tierra, pero ha sido capaz de modificar notablemente el medio ambiente con sus actividades.

Alfonso [1] planteó que la interacción naturaleza sociedad ha creado la llamada crisis ecológica con los siguientes factores vinculantes a esta crisis:

- Empeoramiento de la calidad del medio ambiente humano como resultado de la industrialización y urbanización desordenada.
- Agotamiento de los recursos energéticos y materia prima.
- Crecimiento global de la población y las tensiones que este proceso provoca en la naturaleza.
- Destrucción de los mecanismos de autorregulación de la biosfera por efectos negativos de la contaminación con residuales de la actividad productiva de los hombres.
- Desaparición de especies animales y vegetales.

Los problemas ecológicos imponen hoy un ritmo tal a la unidad Naturaleza-Sociedad, que el enfoque del hombre como entidad biológica debe ser estrictamente ecológico. La vida y sobre todo la calidad de vida, dependen hoy directamente del medio natural y su calidad [2].

De ahí que se haga importante considerar que la ciencia, la técnica y la tecnología incluyen al hombre como protagonista, se desarrollan en el medio ambiente que es donde se establecen las relaciones hombre naturaleza y se crean para satisfacer las necesidades del hombre en interacción con el medio ambiente. La imagen de la ciencia era transmitida como una actividad de individuos aislados que buscan con afán la verdad sin otros intereses que los cognoscitivos, esta visión no coincide con la realidad social de la ciencia contemporánea. El desarrollo científico tecnológico de este siglo ha sido impulsado por el afán de hegemonía mundial de las grandes potencias, las exigencias del desarrollo industrial y las pautas de consumo que se producen y se crean desde sociedades que han marcado los procesos de modernización.

El poder de la ciencia está mal distribuido a escala mundial. La capacidad científica y técnica está en los países industrializados, la mayor parte del mundo no tiene participación en este proceso y solo les queda la posibilidad de transferir esa tecnología y adaptarse a sus condiciones.

En Cuba el desarrollo científico técnico es un vehículo de desarrollo social, dentro de sus prioridades está satisfacer las necesidades humanas básicas (salud, alimentación y educación) y la necesidad de articular de modo beneficioso la economía cubana con la mundial. Nuestro país se vio obligado a desarrollar su ciencia y sus tecnologías propias al no tener la posibilidad de importarlas [6], e insiste en desarrollar una base científica y tecnológica endógena, o sea interna, que después pondrá al servicio de la comunidad mundial.

Impactos económicos y medio ambientales en el campo energético del empleo de los atomizadores de doble fluido CECYEN para combustibles pesados.

Analizando los resultados patentados en los últimos diez años en cuanto a la manufactura de atomizadores de doble fluido para la atomización de combustibles líquidos [4,11,12,19,20,21], la principal característica es que en todos se trabaja en función de disminuir la presión del gas atomizante (vapor de agua o aire en todos los casos analizados) asegurando que de esta forma se reduce el consumo de dicho gas y se mejora el proceso de atomización, además de obtener una geometría que permita un aumento de la velocidad de salida del chorro con vistas a lograr un menor tamaño de gota y, por consiguiente, una mejor pulverización.

Las boquillas de atomización de combustibles pesados CECYEN se caracterizan por estar compuestas por dos elementos, boquilla exterior y boquilla interior, que se ajustan entre sí para su funcionamiento, las que se montan al quemador de igual forma que las de tipo “Y”, por lo que no se requieren modificaciones al mismo [17]. La boquilla interior presenta ranuras angulares de sección variable por las que se desplaza el combustible a presión, imprimiéndole a éste mayor velocidad, sentido de rotación y disminuye el espesor de lámina al comprimirse contra la pared cónica de la boquilla exterior. Además, posee un orificio central pasante con dos diámetros, por el que pasa el vapor a presión que se impacta en el cono invertido de la cámara de desintegración de la boquilla exterior para el rompimiento de la lámina de combustible en gotas y la descarga de la mezcla vapor-combustible (spray) al exterior. La boquilla exterior presenta el orificio cónico de ajuste para la boquilla interior, la cámara de rotación-desintegración y los orificios angulares para la descarga a la atmósfera de la mezcla vapor-combustible [17]. Estudios experimentales realizados con ambas boquillas [3,18,29] arrojan como resultado que el nuevo diseño geométrico, en el encuentro bifásico de los fluidos gas-líquido, donde la lámina líquida se encuentra con un espesor mucho menor que en el comercial, motiva que el flujo de gas auxiliar requerido para la desintegración en gotas del líquido sea un 13 % inferior que en las boquillas comerciales, al mismo tiempo que el diámetro medio de las gotas disminuya en $15 \pm 2\mu\text{m}$ para un flujo de líquido de 1 t/h [14, 15, 18].

Por todos los excelentes resultados obtenidos con estos atomizadores, se hace necesario establecer una política de generalización en todas las Termoeléctricas del país que consumen este tipo de combustible, para lo cual se diseñó una metodología de dimensionado de los mismos a partir de las leyes de semejanza de la Mecánica de los Fluidos. Para realizar el dimensionado de los nuevos atomizadores, es preciso establecer primeramente los parámetros adimensionales que

se requiere mantener constantes para cada fluido y su determinación en la boquilla modelo. Para el escalado y prueba de las nuevas boquillas, se emplea como líquido a atomizar agua y como fluido auxiliar aire, lográndose un comportamiento semejante al obtenido con petróleo y vapor. El fluido a atomizar es considerado incompresible y la boquilla como un sistema cerrado, por lo que para lograr una similitud entre modelo y prototipo es necesario mantener el número adimensional de Reynolds constante en cada sección. El fluido auxiliar a emplear es aire, el cual es compresible y por lo tanto para lograr la similitud es necesario mantener constante los números adimensionales de Mach y Reynolds, así como la relación de los calores específicos.

Para la validación de la metodología confeccionada para el dimensionado de las boquillas CECYEN se tomó como boquilla modelo la diseñada para la CTE “José Martí” puesto que los resultados obtenidos a partir de los experimentos realizados a esta boquilla validan su eficiencia y buen funcionamiento. Posteriormente se determinaron las dimensiones que debería tener una boquilla para los valores obtenidos a partir de las pruebas de banco realizadas a un atomizador existente, diseñado con anterioridad, para emplearlo en el generador de vapor de la CTE “Antonio Guiteras”, comparándose los parámetros obtenidos mediante la metodología con sus similares reales, apreciándose que los parámetros determinados a partir de la metodología confeccionada sólo se diferencian de los reales en el valor de las décimas [7].

Teniendo en cuenta que con estos atomizadores se consume 9,8 g-eq/kWh de consumo específico de combustible menos, si se aplica a la CTE Antonio Guiteras, para una carga de 300 MW (carga máxima de la planta), se ahorrarían 2,94 t/h de combustible.

Teniendo en cuenta los indicadores para estimación cuantitativa de la emisión de contaminantes atmosféricos por combustión del petróleo crudo cubano y su efecto económico según la bibliografía consultada [16], la disminución del perjuicio económico total de las emisiones de gases y partículas sólidas medio que se lograría al implementar estos nuevos atomizadores en dicha CTE, quedaría de la siguiente forma:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Pe CO	2317.35138	\$/año	perjuicio económico del CO
Pe SO2	389445.652	\$/año	perjuicio económico del SO2
Pe Nox	42865.70	\$/año	perjuicio económico del NOX
PeMPs	209982.116	\$/año	perjuicio económico de las partículas sólidas MPs
PeCO2	113677.759	\$/año	perjuicio económico del CO2

Pe total	758288.58	\$/año	PERJUICIO ECONOMICO TOTAL DE LAS EMISIONES DE GASES Y PARTICULAS SÓLIDAS MEDIO.

CONCLUSIONES

La ciencia y la tecnología contemporánea juegan un papel fundamental en el desarrollo de cualquier sociedad, por lo que los profesionales deben tener presente la influencia del desarrollo científico tecnológico en el medio ambiente y conjugar el mismo con los intereses de la comunidad humana (la sociedad) de modo que el hombre se sienta verdadero artífice activo de ese progreso que no es más que la transformación más profunda de la naturaleza.

Es imprescindible adoptar una estrategia de generación de energía eléctrica que disminuya los perjuicios al medio ambiente a partir de la influencia del desarrollo científico tecnológico en esta rama y de la necesidad de la misma.

Implementar la utilización de algunas técnicas como las señaladas anteriormente que demuestren resultados favorables en cuanto a la disminución de la contaminación del medio ambiente y el aumento de los beneficios económicos que repercuten en un mayor beneficio para el desarrollo del hombre.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta todo lo planteado en este trabajo, recomendamos que el mismo se emplee en la Carrera de Ingeniería Mecánica como ejemplo práctico de la vinculación ciencia-tecnología-sociedad con los impactos favorables económicos y medio ambientales de la generación de energía eléctrica empleando combustibles pesados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfonso,P. 1999. Algunas consideraciones sobre los impactos ambientales de las medidas de desarrollo actuales. Tecnología y Sociedad. Editorial Félix Valera. La Habana .Cuba.
2. Araujo , R; Fabelo,J; Cruz, A; portal , M.1991. Manifestaciones contemporáneas de la relación naturaleza sociedad. En lecciones de Filosofía Marxista Leninista. Colectivo de autores. Tomo 1. Ediciones ENPES. La Habana. Pág.: 289, 301, 302.
3. Barreras, F., Lozano, A., Lincheta, E. “Performance of twin-fluid nozzles with an internal swirl chamber”. 19th ILASS EUROPE 2004, Nottingham, United Kingdom pp 623-628.
4. Birmingham,Joseph G.,Shekarriz,A.(2003). Electrostatic atomizer and method of producing atomized fluid sprays. Patent number WO03031074.

5. Blei, S., Sommerfeld M. "Investigation of droplet collisions of viscous process fluids by imaging techniques" 19th ILASS EUROPE 2004, Nottingham, United Kingdom pp 100-105.
6. Castro, F. 2003. Ciencia, tecnología y Sociedad. Hacia un desarrollo sostenible en la era de la globalización. Editorial Científico Técnica :47. 56.
7. Donate Cartas, Evelio. Suárez Boza, Sergio Marlon. García Morales, Osvaldo. Lincheta Mesa, Eduardo. Banco de pruebas y metodología para el dimensionado de atomizadores de doble fluido. Foro Internacional de Energía y compromiso ambiental. Coatzacoalcos, México. 2006.
8. Echevarría, J. Filosofía de la ciencia, AKAL, Madrid, 1996.
9. Frolov, I.1988. El hombre, la ciencia y la cultura. En: El hombre en el sistema del saber científico. Redacción: Ciencias Sociales Contemporáneas: Academia de ciencias de la URSS. Pág.: 12,16.
10. González, A. 2001. El medio ambiente y los problemas ambientales. Revista Energía y tu. No 13. Enero.Marzo.
11. Holmes, Michael J. (1996), Three-fluid atomizer. Patent number US5484107.
12. Hyo-Bong, Kim., Joon-Sik, Lee., Byung-Kyu, Park. (1999). Interchangeable and rotatable twin-fluid atomizer. Patent number EP0919289.
13. Jasuja, Arvind K. "The role of air and fuel properties in mean drop size correlations for airblast atomized gas turbine". 19th ILASS EUROPE 2004, Nottingham, United Kingdom pp31-37.
14. Jicha, M., Jedelsky, J., Otahal, J., Slama, J. "Influence of some geometrical parameters on the characteristics of effervescent atomization". 18th ILASS EUROPE 2002, Zaragoza, Spain. pp 345-350.
15. Kirpalani, D.M., Mc Cracken, T.W. "Performance diagnostic for nozzles fed with multiphase flow". 18th ILASS EUROPE 2002, Zaragoza, Spain. pp 369-374.
16. Landa, Juan. Vizcón, Roberto. Estimadores cuantitativos de la emisión de contaminantes atmosféricos por combustión del petróleo crudo cubano y su efecto económico. Revista Ingeniería Energética, Vol. XXV, No. 2/2004.
17. Lincheta Mesa, Eduardo, et al "Desarrollo de atomizadores para petróleos pesados". III Congreso Bolivariano de Ingeniería Mecánica. 2003.
18. Lincheta Mesa, Eduardo. "Nuevos atomizadores para la pulverización eficiente de petróleos pesados". Tesis doctoral 2005. Matanzas. Cuba.

19. Lincheta, E., Suárez, J., Barroso, J., Lozano, A., Barreras, F. “Cabezal atomizador de alta eficiencia para líquidos viscosos y su uso” Registro de Patente 2002-0322, aprobada en diciembre 2004 en Cuba, P200202944 en España y con extensión Internacional PCT/ES03/00643 que cubre todos los países de la Comunidad Europea y los Estados Unidos de América.
20. Lockwood Hanford,N (2000). Low pressure dual fluid atomizer. Patent number WO0037143.
21. Lockwood Hanford,N.(2000). Low pressure dual fluid atomizer. Patent number US6098897.
22. Martínez, J. A.2003. Proyectos para una bioética global. Bioética para la sustentabilidad. Publicación acuario: 211.236.
23. Mesa, R.1994. Ecología e impacto tecnológico. Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Ensayos. GESOCYT. Editorial Félix Valera. La Habana. Pág.:221,222 ,224.
24. Nuñez, J. 1994.. Artículos varios en problemas sociales de la ciencia y la tecnología. La Habana. Cuba.
25. Nuñez, J.1999. La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Editorial Félix Varela. Ciudad de la Habana. Cuba.
26. Nuñez, J; Pimentel., L.1994.Introducción. Problemas sociales de la ciencia y la tecnología . Ensayos. GESOCYT. Editorial Félix Valera. La Habana. Pág.: 1-6.
27. Pacey, A. La cultura de la tecnología, Fondo de Cultura Económica, México, 1990.
28. Saenz, T; Capote, E. G .1989. Ciencia y tecnología en Cuba. Editorial de ciencias sociales. La Habana.
29. Sánchez Sánchez, L.M.: Estudio de la estructura turbulenta de un inyector coaxial. Resumen de la Tesis de Doctorado en Tecnologías Industriales [online]. Disponible en INTERNET: <http://www.uc3m.es/uc3m/gral/TC/ESDO/esdo06t.html>
30. Tamaki, N.,Shimizu, M.,Hiroyasu, H. “Atomization of high-viscous liquid jet by internal mixing twin-fluid atomizer” 19th ILASS EUROPE 2004, Nottingham, United Kingdom pp 400-405.
31. Velho, Lea. 1994.Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos .Editado por Eduardo Martínez. Editorial Nueva Sociedad. Caracas .Pág.: 312-.318.