

La educación tecnológica para el manejo de las cenizas de fondo y escorias en la Central Termoeléctrica Máximo Gómez

Technological education for the management of bottom ash and slag at the Máximo Gómez Thermolectric Power Plant

Ernesto Hernández Chirino¹ (ernestohchirino@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0000-3257-4111>)

Raciel Gómez García² (racielgg92@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0003-0011-6441>)

Resumen

En Cuba, el adecuado manejo y reutilización de desechos sólidos industriales es premisa fundamental. Esto trae consigo un alto impacto medioambiental y valor agregado en las producciones realizadas, lo que implica añadir a estas políticas el estudio de la educación tecnológica como aliada indispensable para afrontar las nuevas tecnologías. La Central Termoeléctrica Máximo Gómez tiene como objeto social la producción de electricidad mediante la combustión del petróleo crudo cubano, lo que genera grandes cantidades de desechos industriales como las cenizas de fondo y escorias, a las que en la actualidad no se les da un uso adecuado, y se pierde la posibilidad de concebir ingresos mediante el reciclaje, su posible reutilización en otras ramas de la industria inclusive hasta la alternativa de la exportación. Este artículo tiene como objetivo presentar un programa de capacitación elaborado con el propósito de contribuir a la educación tecnológica de directivos, especialistas, técnicos y operarios para un adecuado manejo de las cenizas de fondo y escorias basado en fundamentos y elementos no empleados hasta la fecha en programas de capacitación en ninguna de las centrales termoeléctricas existentes en Cuba, además de la necesidad de cambiar los modelos de producción y consumo vigentes en la actualidad cumpliendo consecuentemente con la Agenda 2030 y la Tarea Vida. Todo ello sustentado por fundamentos de la Educación tecnológica y la aplicación de técnicas innovadoras y del desarrollo de habilidades, capacidades y competencias, lo que favorece de manera directa, el cuidado y conservación del medio ambiente.

Palabras claves: educación tecnológica, cenizas de fondo, escorias, capacitación, medio ambiente.

Abstract

In Cuba, the proper management and reuse of industrial solid waste is a fundamental premise. This brings with it a high environmental impact and added value in the productions carried out, which implies adding to these policies the study of technological education as an indispensable ally to face new technologies. The Máximo Gómez

¹ Licenciado en Contabilidad y Finanzas. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

² Licenciado en Contabilidad y Finanzas. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

Thermoelectric Power Plant has as its social purpose the production of electricity through the combustion of Cuban crude oil, which generates large quantities of industrial wastes such as bottom ash and slag, which are currently not given an adequate use, and the possibility of conceiving income through recycling, their possible reuse in other branches of the industry, including even the alternative of export, is lost. This article aims to present a training program developed with the purpose of contributing to the technological education of managers, specialists, technicians and operators for an adequate management of bottom ash and slag based on fundamentals and elements not used to date in training programs in any of the existing thermoelectric power plants in Cuba, in addition to the need to change the production and consumption models currently in force, consistently complying with the 2030 Agenda and the Life Task. All this is supported by the fundamentals of technological education and the application of innovative techniques and the development of skills, capacities and competences, which directly favors the care and conservation of the environment.

Key words: technology education, bottom ash, slag, training, environment.

La Educación tecnológica. Un acercamiento necesario

En Cuba el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación es prioridad como política hacia el impulso de las estrategias integrales del adelanto tecnológico. Estas poseen importantes líneas de investigación y desarrollo para el fomento de actividades y estructuras de la ciencia, la tecnología, la innovación y el avance de la infraestructura tecnológica. En este sentido, la Educación tecnológica se convierte en uno de los procesos educativos más eficaces para lograr estos objetivos en los sujetos que interactúan desde varias aristas y en diferentes ambientes, con la premisa constante de conservar una adecuada interacción entre ciencia, tecnología y sociedad.

En Cuba, la educación tecnológica no es declarada en los planes y programas de estudio con esa nomenclatura, pero su esencia ha sido considerada en estos, en diferentes subsistemas de educación, en lo que Wildo Baró Baró (2000), Marcos Morales (2000) y los de Pablo Francisco Peñate (2014), constituyen los principales precursores, sobre la necesidad de considerar la educación tecnológica en el currículo escolar.

Desde estas condiciones, se evidencia como objetivo de este artículo presentar un programa de capacitación que contribuya a la educación tecnológica de los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la Unidad Empresarial de Base de Producción (en lo adelante UEB de Producción) de la Central Termoeléctrica Máximo Gómez (en lo adelante CTE Máximo Gómez) para el manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias. Para ello se precisan algunas definiciones que aportan su esencia y permiten mejor su comprensión.

La educación tecnológica posibilita una formación como ciudadano cabal, trabajador responsable y consumidor consciente, según Peñate (2014) la educación tecnológica es considerada un "Proceso mediante el cual ocurre la enseñanza-aprendizaje sobre el

desarrollo tecnológico, con la finalidad que los educandos adquieran el contenido tecnológico necesario para tomar decisiones como usuarios y creadores de objetos tecnológicos, considerando aspectos personales, sociales, ambientales y económicos” (p. 19).

Para la presente investigación el autor asume la definición dada por el colectivo de autores de la maestría en Educación tecnológica de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (2015) entendiéndola como

proceso educativo de carácter social que comprende saberes científicos, técnicos, metodológicos, económicos y culturales, que permiten la apropiación de un conocimiento general acerca de los fenómenos sociales en los cuales interviene la técnica, los procesos tecnológicos y las tecnologías; desde el uso racional, organizado, planificado y creativo de los recursos materiales y la información; para dar respuestas a las necesidades individuales y sociales respecto al diseño, la producción, distribución de bienes, procesos y servicios; y su impacto social y en el medio ambiente que resultan necesarios en la formación del individuo, así como su aplicación en el contexto social. (p.13)

Luego de un análisis profundo de esta definición se puede llegar a la conclusión que la misma aglutina diferentes áreas del saber como son las ciencias económicas-administrativas, las ciencias exactas y las ciencias sociales y humanísticas las que permiten establecerla como un proceso para la asimilación de contenidos tecnológicos.

En el presente artículo se asume la educación tecnológica como proceso que favorece la apropiación de conocimientos necesarios para el mejoramiento de la recuperación de los desechos sólidos industriales considerado una premisa de muchos países con el objetivo de disminuir su impacto medioambiental y lograr determinado valor agregado en las producciones realizadas. Aparejado a esta política se encuentra también la introducción del estudio de la educación tecnológica, que se ha convertido en las últimas décadas en un medio indispensable para afrontar las nuevas tecnologías. Cuba no está exenta de este desarrollo por lo que se ha trazado como estrategia en los últimos años, introducir la educación tecnológica en todas las esferas de la vida social y económica del país.

El Sistema Electroenergético Nacional (SEN) de Cuba se sustenta en un 74% de la generación de la electricidad que se produce en las ocho termoeléctricas existentes en el país. La CTE Máximo Gómez, ubicada en el municipio Mariel, de la provincia Artemisa, contribuye en la actualidad en un 12,4% de esta generación. Es puntal esencial en la economía cubana, tiene como objeto social la producción de energía eléctrica, utilizando petróleo crudo cubano como combustible para su proceso productivo, aprovechando las instalaciones de la empresa, así como la experiencia de sus operarios en este tipo de tecnología. “La CTE Máximo Gómez tiene actualmente una capacidad instalada de generación eléctrica de 370 MegaWatt (MW) mediante cuatro bloques de generación térmica (unidades No. 5, No. 7 y No. 8 de 90 MW cada una y la unidad No. 6 de 100 MW)” (Zamora, 2020, p. 2)

El proceso de combustión eléctrica genera diferentes tipos de residuos: las escorias y cenizas de fondo se forman debido a los componentes minerales del propio hidrocarburo, estas a su vez pueden causar graves problemas ambientales si no se le da el tratamiento adecuado. Debido a los altos niveles que se generan, estos residuos provocan volúmenes de polvo tóxico, contaminación de suelos y aguas, daños en la salud humana y animal, contaminación atmosférica, entre otros.

El adecuado manejo de las cenizas de fondo y escorias en la CTE Máximo Gómez y su posible reutilización forman parte del objetivo de esta investigación, a través de un programa de capacitación dirigido a los directivos, especialistas, técnicos y operarios con el propósito de que estos se transformen en gestores de la innovación, la ciencia y la técnica. La realización de un análisis profundo en este sentido, da como resultado la posible utilización de esas cenizas en industrias como el cemento y el hormigón, según estudios y experiencias de otros países.

Además del uso comercial que se le pueda dar a estas cenizas, el impacto medioambiental no tiene precedentes, puesto que el adecuado manejo de estos desechos hasta su correcto destino final es considerado actualmente deficiente, debido a que en la gran mayoría de los casos estas cenizas son depositadas en vertederos que en ocasiones se encuentran cerca de las propias centrales termoeléctricas, áreas naturales o inclusive asentamientos poblacionales. De ahí que, se debe realizar con altísimo cuidado el tratamiento a este desecho peligroso, que dado su carácter pulverulento y tóxico puede ser muy dañino.

Análisis de la producción de cenizas de fondo y escorias en la CTE Máximo Gómez

Las centrales termoeléctricas queman combustibles fósiles para lograr su funcionamiento en la producción de electricidad, mientras el petróleo se quema o se refina, su contenido mineral no combustible se particiona en cenizas de fondo y escorias, las cuales quedan en el horno, y en cenizas volantes, que son emitidas por la chimenea.

Imagen 1: Caldera de vapor y chimenea de expulsión de gases. CTE Máximo Gómez, Mariel



Imagen 2: Escorias y Cenizas de fondo producidas en las Calderas



En Cuba existen muy pocos estudios que analicen el manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias en plantas termoeléctricas que utilizan petróleo para la generación de electricidad. Debe destacarse que hasta la fecha no existe ningún trabajo de este tipo en la provincia Artemisa donde se enclava la CTE Máximo Gómez.

La caracterización de estas cenizas desde el punto de vista radiológico y de metales pesados permite evaluar cómo realizar una mejor gestión de estos desechos, es decir, se podría saber si estas cenizas pueden ser utilizadas en algún otro sector económico, saber cómo tratarlas a la hora de almacenarlas y transportarlas, inclusive la posibilidad de exportarlas. (Bouzon, 2019, p. 37)

Es relevante conocer los usos potenciales de las cenizas de fondo y escorias que involucran diferentes usos. Barra (2007) plantea que:

las cenizas de fondo se clasifican en general como usos encapsulados, donde el riesgo de lixiviado es mínimo, para diferenciarlo de aquellos usos no encapsulados donde las posibilidades de contaminación ambiental pueden ser mayores, en este caso caen las aplicaciones como el mejoramiento de suelos, material para la estabilización de suelos, aditivo para concreto, relleno en la industria de cemento, neutralización y solidificación de residuos líquidos en industrias petroquímicas, en la aglomeración de residuos fecales de animales y estabilización de lodos de tratamiento de efluentes domésticos. (p.12)

Por otra parte, Menéndez (2013) expone que:

las cenizas de fondo y escorias se producen debido a una combustión incompleta del petróleo, constituyen alrededor del 20% del total de residuos que se producen en los hornos de las calderas de combustión y se componen de partículas grandes, que caen, se derriten, se conglomeran y vitrifican en el fondo del horno de las centrales de generación eléctrica. (p.296)

El proceso de combustión genera diferentes tipos de residuos como son las escorias y cenizas de fondo. Estas se forman debido a los componentes minerales del propio hidrocarburo que se quema, cada año la CTE Máximo Gómez genera alrededor de 30T

de estos residuos, los cuales no se le da el manejo ni reutilización adecuados. Para verificar la veracidad de esta situación el autor de esta investigación realizó un estudio exploratorio que determinó como situación problemática la insuficiente educación tecnológica de los directivos, especialistas, técnicos y operarios en el manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escoria de la CTE Máximo Gómez.

Para mostrar un ejemplo de la composición química que puede tener una muestra de cenizas de fondo, se tomaron dos muestras de las unidades No. 5 (en lo adelante U5) y de la unidad No. 8 (en lo adelante U8) de 90 MW de potencia instalada cada una, en las cuales se pudieron comprobar los siguientes resultados:

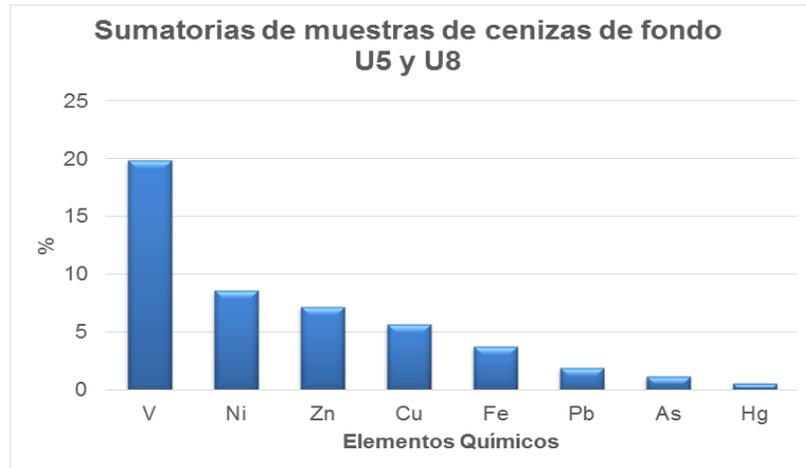
Tabla 1: Concentración de elementos químicos en cenizas de fondo (%)

CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS				
Elementos	Símbolo Químico	Muestra U5	Muestra U8	∑ de las muestras (%)
Arsénico	As	1,07	0,12	1,19
Cobre	Cu	2,91	2,72	5,63
Mercurio	Hg	0,52	0,03	0,55
Níquel	Ni	4,87	3,69	8,56
Plomo	Pb	0,82	1,06	1,88
Vanadio	V	9,94	9,83	19,77
Zinc	Zn	4,07	3,12	7,19
Hierro	Fe	2,34	1,43	3,77

Las concentraciones de los elementos analizados se grafican y se muestran en el gráfico 1 distribuyéndose de la siguiente manera: V > Ni > Zn > Cu > Fe > Pb > As > Hg.

El gráfico 1 expone la distribución elemental obtenida de las cenizas de fondo de la CTE Máximo Gómez, de la cual se observa que el Vanadio representa el 19.77% de los elementos cuantificados, seguido de Níquel y Zinc con un 8.56 y un 7.19% respectivamente, elementos como el Arsénico y el Mercurio representa menos del 2%. Como se puede apreciar, la mayor concentración corresponde al metal que presenta una mayor toxicidad que es el Vanadio, con concentraciones de 9.94 y 9.83% respectivamente.

Gráfico 1: Niveles de metales pesados en las cenizas de fondo en la CTE Máximo Gómez (U5 y U8).



El Vanadio es un componente generalmente presente en el petróleo, se ha demostrado mediante varios estudios que este posee múltiples usos en la industria, dado su amplio uso su precio es elevado estimándose valores entre USD 10.72/lb a USD 10.325/lb lo que es equivalente en toneladas (T) entre USD 23633.31/T a USD 22762.50/T. (Estado de Mercados, 2022, p. 2)

Por consiguiente, una tonelada de cenizas de fondo extraídas como residuo de las limpiezas de calderas de la CTE Máximo Gómez con un porcentaje de Vanadio de un 9% como promedio aproximado puede cotizarse entre USD 13350.20/T y USD 15187.38/T.

Los resultados obtenidos en las muestras de residuo sólido de limpieza de calderas, demuestra que estos presentan una concentración de Vanadio apreciable (30T anuales aproximadamente) por lo que resulta interesante aprovechar este residuo desde el punto de vista económico como una alternativa a la disposición confinada de estos. Sin embargo, este método de disposición final no es totalmente seguro y su costo pudiera ser elevado. (Cubaenergía, 2019, p. 67)

En Cuba, como expresan los resultados de este trabajo, la recuperación de Vanadio (V), Níquel (Ni), Zinc (Zn) y Cobre (Cu) pudiera ser una alternativa atractiva para el empleo de estas cenizas. Sin embargo, la situación económica del país no permite el desarrollo de estas tecnologías a corto o mediano plazo. Una posible utilización para el manejo de estas cenizas, probablemente más realista a corto plazo, es su utilización como relleno de carreteras y producciones de concreto; agregándolo a las mezclas de asfalto y cemento.

En la CTE Máximo Gómez se evidencia una elevada falta de conocimiento tecnológico en directivos, especialistas, técnicos y operarios sobre el uso apropiado a los desechos peligrosos y en especial a las cenizas de fondo y escorias derivadas del proceso de generación de electricidad. Se ha podido comprobar que a estos desechos no se les da un uso adecuado, por lo que se pierde la posibilidad de concebir ingresos mediante el

reciclaje y su reutilización en otras industrias, inclusive hasta la posibilidad de la exportación.

Programa de capacitación en educación tecnológica para el manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias para los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la UEB de Producción de la CTE Máximo Gómez

Para resolver el problema que motivó el desarrollo de esta investigación, se propone un programa de capacitación en educación tecnológica para el manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias para directivos, especialistas, técnicos y operarios de la UEB de Producción de la CTE Máximo Gómez. En este se incorporan fundamentos de la educación tecnológica para así cumplir con la finalidad de ser un proceso que aporte conocimientos nuevos y ayude al desarrollo de habilidades y aptitudes que permitan el florecimiento de una adecuada educación tecnológica.

Capacitación

El papel de la educación tecnología en el desarrollo económico y social de las naciones se ha visto reflejado en los últimos 30 años, en los cuales se ha tornado habitual el desarrollo continuo de actividades didácticas, orientadas a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal que labora en una empresa en aras de alcanzar y ampliar dicha educación tecnológica.

Para la aplicación de estas actividades las empresas cuentan con la capacitación, la cual les permite a los trabajadores poder tener un mejor desempeño en sus actuales y futuros cargos, adaptados a las exigencias cambiantes del entorno.

De acuerdo con Martínez (2019)

Los procesos de capacitación, entrenamiento y formación de experiencia para el empleo son fundamentales, especialmente en las economías industriales y de servicios modernos. Ciertamente, las escuelas han jugado un rol crucial en este campo, apoyando los procesos educativos con recursos didácticos, innovadores y con técnicas de enseñanza-aprendizaje más eficientes. Por su parte, los diversos centros de trabajo constituyen un marco de aprendizaje indispensable, asegurándose de que la relación entre tareas laborales y capacitación se refuercen y complementen. (p.8)

También Martínez (2021) plantea que:

la educación en general y la capacitación en particular tienen un efecto positivo en la productividad laboral en el corto y en el largo plazo. Estos efectos son directos e indirectos, aunque no siempre se miden con toda la precisión deseable. La capacitación refuerza la educación profesional, por lo que las personas requieren actualizaciones permanentes. Así, con las innovaciones continuas en los sistemas productivos se demanda un proceso de reentrenamiento de carácter también continuo. Este es fundamental para la operación competitiva de las organizaciones, al igual que para la productividad y la permanencia de los trabajadores. (p.3)

En Cuba, el Ministerio de Energía y Minas, de conjunto con la organización superior de dirección empresarial de la Unión Nacional Eléctrica (MINEM-UNE, 2010) define a la capacitación como:

proceso mediante el cual se llevan a cabo una serie sistematizada de actividades encaminadas a proporcionar conocimientos, desarrollar habilidades y mejorar actitudes en los trabajadores, con el propósito de conjugar por una parte la realización individual que se reflejará en ascensos dentro de la jerarquía de la organización, con el correlativo mejoramiento, y por la otra, con la consecución de los objetivos de la empresa. (p.11)

Se puede contemplar que estas definiciones tienen puntos de coincidencia que destacan la preparación constante y organizada del personal para fines determinados, en los cuales se debe incluir la ética, los valores, el análisis crítico. Todos ellos a partir de la educación tecnológica.

De acuerdo con el informe de 2019 del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se requiere que las capacidades sean aumentadas a fin de permitir a las personas disfrutar de mayores opciones a lo largo de su existencia. Es decir, se trata esencialmente de promover el desarrollo social y económico asociado al capital humano y demás recursos necesarios a los cuales hay que intervenir.

Programa de capacitación

Los programas de capacitación son entendidos como la parte de un plan de capacitación y adiestramiento que contiene, en términos de tiempo y de recursos y de una manera pormenorizada, las acciones de capacitación y adiestramiento que el empleador efectuará en relación con los trabajadores de un mismo puesto o categoría ocupacional. (MINEM-UNE, 2010, p.18)

Por otra parte, Deler (2007) lo entiende como un:

diseño alternativo pedagógico, concebido para trabajar un contenido como eje para el perfeccionamiento de la actuación profesional, con enfoque teórico-metodológico y vivencial, que se centra en estrategias que fomenten el mejoramiento de procesos educativos en contextos flexibles, transformadores y socialmente significativo, reconstruyéndose permanentemente bajo las normas y reglas en la medida en que se avanza en su aplicación y desarrollo. (p. 4)

Además, lo define como un “conjunto de actividades que intencionalmente dirigidas tienen como propósito el perfeccionamiento del desempeño profesional de los agentes educativos, sobre la base del conjunto de reglas y normas que guían su instrumentación y desarrollo” (Deler, 2007, p.4). Es criterio del autor de este artículo asumir la definición de Deler, teniendo en cuenta que el programa de capacitación a proponer tiene que contar con la base de los fundamentos de la educación tecnológica, lo que permite una mejor transformación de los directivos, especialistas, técnicos y operarios a capacitar.

Para la elaboración del programa de capacitación se tendrán en cuenta fundamentalmente los resultados obtenidos en la caracterización realizada de los

directivos, especialistas, técnicos y operarios de la UEB de Producción de la CTE Máximo Gómez. Se establece un orden lógico en la organización de los objetivos trazados y los contenidos a impartir, así como las formas organizativas de docencia a través de las cuales dichos aspectos puedan ser mejor asimilados. El empleo de medios adecuados y la aplicación de una evaluación que responda a los requisitos de la educación tecnológica son otros elementos que se tendrán en cuenta.

Estructura del programa de capacitación

Explicación necesaria

El programa de capacitación en educación tecnológica para el manejo y reutilización de cenizas de fondo y escorias para los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la UEB de Producción de la CTE Máximo Gómez, se desarrolla con actividades grupales de formación. Los participantes fueron: hombres de entre 20 a 55 años de edad, cuyo nivel de estudios es 15% superior, 22.5% educación media técnico-profesional y 62.5% bachillerato, mientras que su experiencia en la CTE Máximo Gómez oscila entre 5 y 28 años.

La forma de organización de la capacitación se enmarcó en la modalidad curso-taller, en el que se requiere la utilización de la técnica interrogativa para que exista retroalimentación y se promueva la participación. Técnica demostrativa que sirve para complementar los conocimientos impartidos y la técnica expositiva para llevar un orden en la temática a explicar, el uso conjunto de estas técnicas proporcionará mejores resultados.

Tabla 2: Programa de capacitación

<i>Nombre del programa:</i> programa de capacitación en educación tecnológica para el manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias para los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la CTE Máximo Gómez.		<u>Horas Totales:</u> 64 horas
<i>Lugar:</i> Centro de capacitación de la CTE Máximo Gómez.		
<i>Objetivo general:</i> fortalecer la educación tecnológica de los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la Central Termoeléctrica Máximo Gómez desde las tecnologías de manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias.		
<i>Contenido temático:</i>		
No.	Temas	Horas
1	Fundamentos de la Educación tecnológica.	12
2	Generalidades de las centrales termoeléctricas.	12
3	Tecnologías para el adecuado manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias.	36
4	Actividad final de conclusión del curso.	4
<i>Dirigido a:</i> directivos, especialistas, técnicos y operarios de la CTE Máximo Gómez.		

Metodología

El carácter rector del programa que se propone radica en la utilización de la investigación-acción como metodología general con el objetivo de trabajar con los directivos, especialistas, técnicos y operarios de modo tal que dichos sujetos emigren de la zona de desarrollo inicial hasta la zona de desarrollo próximo en una perspectiva donde se respeta la construcción del conocimiento. Asimismo, satisfacer las demandas técnicas de los procesos tecnológicos mediante el reconocimiento de sus invariantes y aportar soluciones a problemas técnicos de una forma ética y en equilibrio con el medio ambiente.

El programa se debe desarrollar en 32 clases de 2 horas, 10 horas asignadas a recorridos y actividades prácticas en las líneas de producción de cenizas de fondo y escorias (zona de calderas) y 4 horas para actividades finales del curso. La frecuencia de las clases será dos días a la semana y el curso se desarrollará durante 8 semanas.

Cada una de las actividades del programa se desarrollará de la siguiente forma:

- Orientaciones teóricas del instructor-coordinador.
- Discusión grupal a partir del método participativo.

La propuesta tiene como características principales ser:

- Contextualizada: Se desarrolla a partir de la caracterización del estado inicial de la educación tecnológica de los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la CTE Máximo Gómez. La contextualización se aplica de forma tal que es el punto de partida para el desarrollo de los encuentros y permite la adaptación de estos sujetos para que sean capaces de actuar en el contexto social donde el desarrollo tecnológico impacta en la vida de los individuos involucrados.
- Flexible: Puede cambiar a lo largo de su desarrollo, permitiendo la inclusión de otras actividades en función de la propia experiencia de aplicación. Hay que tener en cuenta que en la medida en que se comienza la capacitación, pueden cambiarse sus contenidos de acuerdo con las realidades reales del grupo, perceptibles o expuestas a lo largo de su aplicación.
- Formativa: Tiene como preocupación no solamente formar directivos, especialistas, técnicos y operarios en el adecuado manejo de las cenizas de fondo y escorias, sino también desarrollar una educación tecnológica que permita transformar las actuaciones de estos sujetos frente a problemas sociales abordables desde la tecnología, sean capaces de plantear alternativas, y en forma participativa seleccionar la más conveniente a la sociedad en su conjunto.
- Diversa: Se tienen en cuenta los diferentes tipos de origen de procedencia de las personas que ingresan a la UEB de Producción perteneciente a la CTE Máximo Gómez las diferencias de edades y el tiempo de permanencia en la entidad en su puesto laboral.

Estas características de la propuesta se interrelacionan entre sí y se tienen en cuenta en todas sus etapas, de manera que sirven de soportes estructurales que ayudan a desarrollar de forma consistente y eficaz el programa de capacitación.

Evaluación

La evaluación se debe desarrollar de manera sistemática mediante las actividades evaluativas de los temas, así como mediante la evaluación final que consistirá en un examen escrito y práctico.

Consideraciones finales

El desarrollo alcanzado por la tecnológica a nivel mundial es cada vez más acelerado y continuo, por lo que la mayor parte de los países del mundo coinciden en que la educación tecnológica contribuye al desarrollo de competencias que serán cada vez más necesarias para la inserción de las personas en los contextos del siglo XXI; por lo que su incorporación en la etapa de formación general de los ciudadanos no solamente es aconsejable sino, además, imprescindible.

El análisis profundo de la situación permitió constatar la inadecuada educación tecnológica con que cuentan los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la UEB de Producción de la CTE Máximo Gómez, resumiendo sus conocimientos al inadecuado manejo de las cenizas de fondo y escorias, dejando a un lado el contenido teórico que sirve de base en el correcto tratamiento tecnológico de estos desechos.

La propuesta de elaborar un programa de capacitación potenciara el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje y de las tecnologías que se utilizan en el manejo y reutilización de las cenizas de fondo y escorias en los directivos, especialistas, técnicos y operarios de la UEB de Producción de la CTE Máximo Gómez.

Referencias

- Barra, R. (2007). *Características toxicológicas e implicaciones ambientales del uso de cenizas de coke de petróleo*. Centro de ciencias ambientales EULA-Chile. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/>
- Bouzón, R. (2019). *Cenizas de fondo de carbón: problemática, caracterización y uso como árido en morteros y hormigones* (tesis de maestría inédita). Universidad de la Coruña. España. Recuperado de <https://www.udc.es/>
- Colectivo de autores (2015). *Programa de Maestría en Educación tecnológica*. La Habana: Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona.
- Cubaenergía (2019). *Informe sobre la medición de emisiones de contaminantes atmosféricos y contaminación atmosférica generada por la CTE Máximo Gómez*. Recuperado de <https://www.cubaenergia.cu/>
- Cuba. Ministerio de Energía y Minas. Unión Eléctrica (2010). *Manual de capacitación*. La Habana: Autor.

- Deler, G. (2007). *La propuesta de programas de capacitación y/o superación, las alternativas y los talleres como resultados científicos en la investigación pedagógica. Tema, alternativas, talleres y programas*. Conferencia llevada a cabo en el taller el resultado científico. La Habana, Cuba.
- Estado de Mercados (2022). *El estado del mercado de Vanadio*. España. Recuperado de <https://chori-mukifine.com/es/2022/04/21/el-estado-del-mercado-de-vanadio/>
- Martínez, O. (2019). El papel del conocimiento en las organizaciones productivas: Aspectos teóricos y reflexiones. *RIDE*, 9(18). Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v9n18/2007-7467-ride-9-18-412.pdf>
- Martínez, O. (2021). Capacitación para el desarrollo: Aspectos teóricos y una aproximación a México. *Opuntia Brava*, 13(1), 1-11. Recuperado de <http://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1100>
- Menéndez, E. (2013). Caracterización de cenizas de fondo procedentes de centrales térmicas de carbón para determinar su viabilidad de uso. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/>
- Peñate, P. (2014). *Concepción teórico-metodológica para la Educación Tecnológica en la escuela primaria* (tesis doctoral inédita). Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2019). *Informe sobre Desarrollo Humano 2019. Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: Desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI*. Recuperado de http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2019_overview_spanish.pdf
- Zamora, Y. (2020). *Tecnología de ósmosis inversa para los operarios químicos de la Central Termoeléctrica Máximo Gómez* (tesis de maestría inédita). Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.