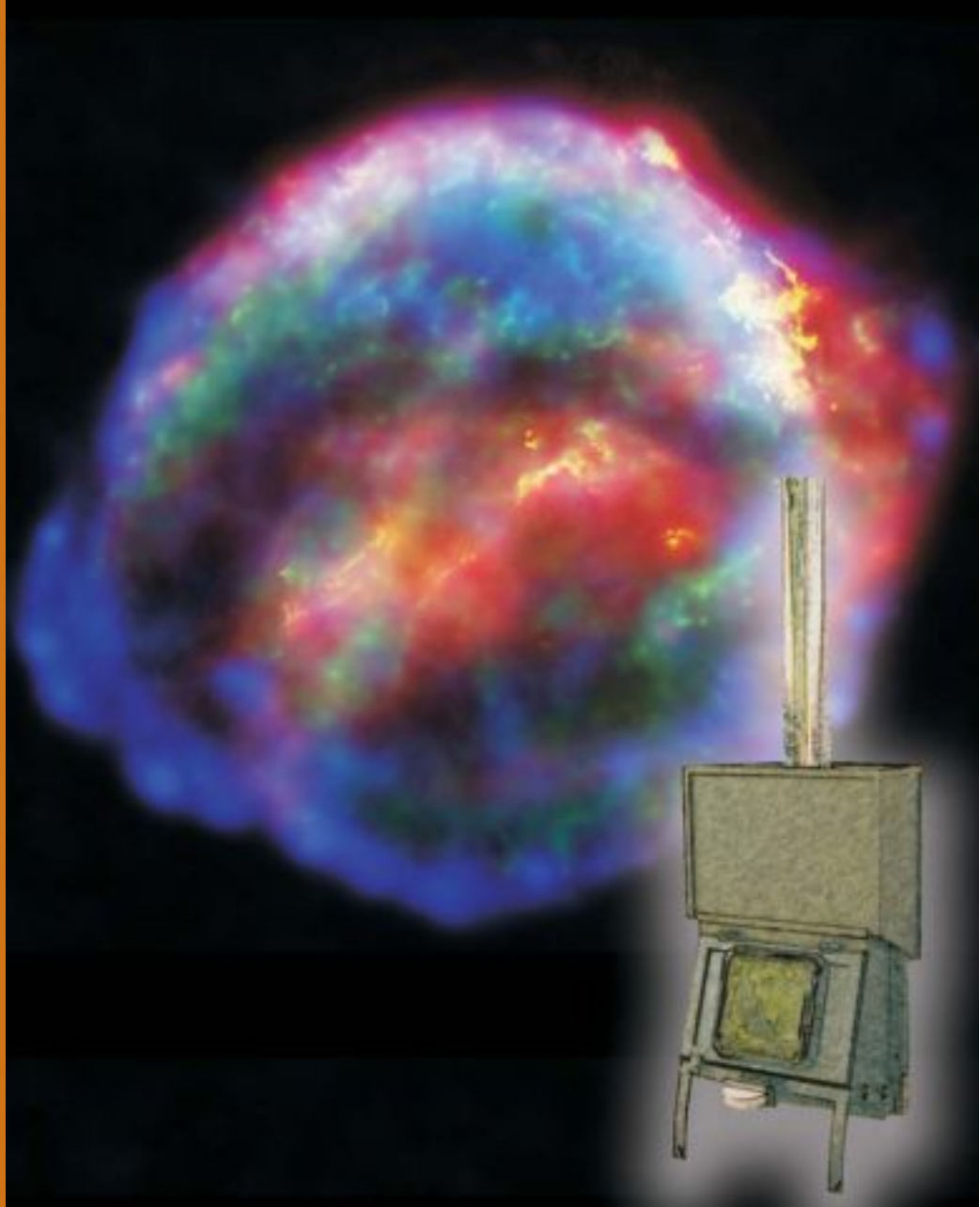
Educación técnico-profesional

Quemador de biomasa



λ Θ α Ψ δ Σ σ Ω φ

Serie: Recursos didácticos

Serie: Recursos didácticos

Tapa:
Imagen combinada de la Supernova Remnamt captada
por el telescopio Hubble - NASA.

autoridades

Presidente de la nación
Dr. Néstor Kirchner

Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología
Lic. Daniel Filmus

Secretario de Educación, Ciencia y Tecnología
Prof. Alberto E. Sileoni

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica
Lic. María Rosa Almandoz

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica
Lic. Juan Manuel Kirschenbaum

Quemador de biomasa

Sergio Pizarro

Colección Serie “Recursos didácticos”.
Coordinadora general: Haydeé Noceti.

Distribución de carácter gratuito.

Queda hecho el depósito que previene la ley n° 11.723. © Todos los derechos reservados por el Ministerio de Educación, Ciencia y Técnologia - Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

La reproducción total o parcial, en forma idéntica o modificada por cualquier medio mecánico o electrónico incluyendo fotocopia, grabación o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información no autorizada en forma expresa por el editor, viola derechos reservados.

Industria Argentina.

ISBN 950-00-0498-4

Pizarro, Sergio
Quemador de biomasa / Sergio Pizarro; coordinado por Juan Manuel Kirschenbaum.
- 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2005.
128 p.; 22x17 cm. (Recursos didácticos; 3)

ISBN 950-00-0498-4

1. Quemador-Energía. 2. Biomasa. I. Kirschenbaum, Juan Manuel, coord. II. Título

CDD 662.88

Fecha de catalogación: 12/05/2005

Impreso en Gráfica Pinter S. A., México 1352 (C1097ABB), Buenos Aires, en julio 2005

Tirada de esta edición: 3.000 ejemplares

Instituto Nacional de Educación Tecnológica
Centro Nacional de Educación Tecnológica
CeNET-Materiales

Serie: "**Recursos didácticos**"

1 Invernadero automatizado

2 Probador de inyectores y motores paso a paso

3 Quemador de biomasa

4 Intercomunicador por fibra óptica

5 Transmisor de datos bidireccional por fibre óptica, entre computadoras

6 Planta potabilizadora

7 Medidor de distancia y de velocidad por ultrasonido

8 Estufa de laboratorio

9 Equipamiento EMA -Características físicas de los materiales de construcción-

10 Dispositivo para evaluar parámetros de líneas

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
Saavedra 789. C1229ACE.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
República Argentina.

Las metas, los programas y las líneas de acción del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

El Instituto Nacional de Educación Tecnológica -INET- enmarca sus líneas de acción, programas y proyectos, en las metas de:

- Coordinar y promover programas nacionales y federales orientados a fortalecer la educación técnico-profesional, articulados con los distintos niveles y ciclos del sistema educativo nacional.

- Implementar estrategias y acciones de cooperación entre distintas entidades, instituciones y organismos –gubernamentales y no gubernamentales-, que permitan el consenso en torno a las políticas, los lineamientos y el desarrollo de las ofertas educativas, cuyos resultados sean considerados en el Consejo Nacional de Educación-Trabajo –CoNE-T– y en el Consejo Federal de Cultura y Educación.

- Desarrollar estrategias y acciones destinadas a vincular y a articular las áreas de educación técnico-profesional con los sectores del trabajo y la producción, a escala local, regional e interregional.

- Diseñar y ejecutar un plan de asistencia técnica a las jurisdicciones en los aspectos institucionales, pedagógicos, organizativos y de gestión, relativos a la educación técnico-profesional, en el marco de los acuerdos y resoluciones establecidos por el Consejo Federal de Cultura y Educación.

- Diseñar y desarrollar un plan anual de capacitación, con modalidades presenciales, semipresenciales y a distancia, con sede en el Centro Nacional de Educación Tecnológica, y con nodos en los Centros Regionales de Educación Tecnológica y las Unidades de Cultura Tecnológica.

- Coordinar y promover programas de asistencia económica e incentivos fiscales destinados a la actualización y el desarrollo de la educación técnico-profesional; en particular, ejecutar las acciones relativas a la adjudicación y el control de la asignación del Crédito Fiscal –Ley Nº 22.317–.

- Desarrollar mecanismos de cooperación internacional y acciones relativas a diferentes procesos de integración educativa; en particular, los relacionados con los países del MERCOSUR, en lo referente a la educación técnico-profesional.

Estas metas se despliegan en distintos programas y líneas de acción de responsabilidad de nuestra institución, para el período 2003-2007:

Programa 1. Formación técnica, media y superior no universitaria:

1.1. Homologación y validez nacional de títulos.

1.2. Registro nacional de instituciones de formación técnica.

1.3. Espacios de concertación.

1.4. Perfiles profesionales y ofertas formativas.

1.5. Fortalecimiento de la gestión institucional; equipamiento de talleres y laboratorios.

1.6. Prácticas productivas profesionalizantes: Aprender emprendiendo.

Programa 2. Crédito fiscal:

2.1. Difusión y asistencia técnica.

2.2. Aplicación del régimen.

2.3. Evaluación y auditoría.

Programa 3. Formación profesional para el desarrollo local:

3.1. Articulación con las provincias.

3.2. Diseño curricular e institucional.

3.3. Información, evaluación y certificación.

Programa 4. Educación para el trabajo y la integración social.

Programa 5. Mejoramiento de la enseñanza y del aprendizaje de la Tecnología y de la Ciencia:

5.1. Formación continua.

5.2. Desarrollo de recursos didácticos.

Programa 6. Desarrollo de sistemas de información y comunicaciones:

6.1. Desarrollo de sistemas y redes.

6.2. Interactividad de centros.

Programa 7. Secretaría ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Trabajo –CoNE-T–.

Programa 8. Cooperación internacional.

Los materiales de capacitación que, en esta ocasión, estamos acercando a la comunidad educativa a través de la serie "Recursos didácticos", se enmarcan en el Programa 5 del INET, focalizado en el mejoramiento de la enseñanza y del aprendizaje de la Tecnología y de la Ciencia, uno de cuyos propósitos es el de:

- Desarrollar materiales de capacitación destinados, por una parte, a la actualización de los docentes de la educación técnico-profesional, en lo que hace a conocimientos tecnológicos y científicos; y, por otra, a la integración de los recursos didácticos generados a través de ellos, en las aulas y talleres, como equipamiento de apoyo para los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el área técnica.

Estos materiales didácticos han sido elaborados por especialistas del Centro Nacional de Educación Tecnológica del INET y por especialistas convocados a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD– desde su línea "Conocimientos científico-tecnológicos para el desarrollo de equipos e instrumentos", a quienes esta Dirección expresa su profundo reconocimiento por la tarea encarada.

María Rosa Almandoz
Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología

Las acciones del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Desde el Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– encaramos el diseño, el desarrollo y la implementación de proyectos innovadores para la enseñanza y el aprendizaje en educación técnico-profesional.

El CeNET, así:

- Es un ámbito de desarrollo y evaluación de metodología didáctica, y de actualización de contenidos de la tecnología y de sus sustentos científicos.
- Capacita en el uso de tecnología a docentes, profesionales, técnicos, estudiantes y otras personas de la comunidad.
- Brinda asistencia técnica a autoridades educativas jurisdiccionales y a educadores.
- Articula recursos asociativos, integrando a los actores sociales involucrados con la Educación Tecnológica.

Desde el CeNET venimos trabajando en distintas líneas de acción que convergen en el objetivo de reunir a profesores, a especialistas en Educación Tecnológica y a representantes de la industria y de la empresa, en acciones compartidas que permitan que la educación técnico-profesional se desarrolle en la escuela de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes.

Una de nuestras líneas de acción es la de diseñar y llevar adelante un sistema de capacitación continua para profesores de educación técnico-profesional, implementando trayectos de actualización. En el CeNET contamos con quince unidades de gestión de aprendizaje en las que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, conferencias, encuentros, destinados a cada educador que desee integrarse en ellos presencialmente o a distancia.

Otra de nuestras líneas de trabajo asume la responsabilidad de generar y participar en redes que vinculan al Centro con organismos e instituciones educativos ocupados en la educación técnico-profesional, y con organismos, instituciones y empresas dedicados a la tecnología en general. Entre estas redes, se encuentra la Red Huitral, que conecta a CeNET con los Centros Regionales de Educación Tecnológica -CeRET- y con las Unidades de Cultura Tecnológica –UCT– instalados en todo el país.

También nos ocupa la tarea de producir materiales de capacitación docente. Desde CeNET hemos desarrollado distintas series de publicaciones –todas ellas disponibles en el espacio web www.inet.edu.ar–:

- *Educación Tecnológica*, que abarca materiales que posibilitan una definición curricular del área de la Tecnología en el ámbito escolar y que incluye marcos teóricos generales, de referencia, acerca del área en su conjunto y de sus contenidos, enfoques, procedimientos y estrategias didácticas más generales.

- *Desarrollo de contenidos,* nuestra segunda serie de publicaciones, que nuclea fascículos de capacitación en los que se profundiza en los campos de problemas y de contenidos de las distintas áreas del conocimiento tecnológico, y que recopila, también, experiencias de capacitación docente desarrolladas en cada una de estas áreas.

- *Educación con tecnologías*, que propicia el uso de tecnologías de la información y de la comunicación como recursos didácticos, en las clases de todas las áreas y espacios curriculares.

- *Educadores en Tecnología,* serie de publicaciones que focaliza el análisis y las propuestas en uno de los constituyentes del proceso didáctico: el profesional que enseña Tecnología, ahondando en los rasgos de su formación, de sus prácticas, de sus procesos de capacitación, de su vinculación con los lineamientos curriculares y con las políticas educativas, de interactividad con sus alumnos, y con sus propios saberes y modos de hacer.

- *Documentos de la escuela técnica*, que difunde los marcos normativos y curriculares que desde el CONET –Consejo Nacional de Educación Técnica- delinearon la educación técnica de nuestro país, entre 1959 y 1995.

- *Ciencias para la Educación Tecnológica*, que presenta contenidos científicos asociados con los distintos campos de la tecnología, los que aportan marcos conceptuales que permiten explicar y fundamentar los problemas de nuestra área.

- *Recursos didácticos*, que presenta contenidos tecnológicos y científicos, estrategias –curriculares, didácticas y referidas a procedimientos de construcción– que permiten al profesor de la educación técnico-profesional desarrollar, con sus alumnos, un equipamiento específico para integrar en sus clases.

Desde esta última serie de materiales de capacitación, nos proponemos brindar herramientas que permitan a los docentes no sólo integrar y transferir sus saberes y capacidades, sino también, y fundamentalmente, acompañarlos en su búsqueda de soluciones creativas e innovadoras a las problemáticas con las que puedan enfrentarse en el proceso de enseñanza en el área técnica.

En todos los casos, se trata de propuestas de enseñanza basadas en la resolución de problemas, que integran ciencias básicas y tecnología, y que incluyen recursos didácticos apropiados para la educación técnico–profesional.

Los espacios de problemas tecnológicos, las consignas de trabajo, las estrategias de enseñanza, los contenidos involucrados y, finalmente, los recursos didácticos están planteados en la serie de publicaciones que aquí presentamos, como un testimonio de realidad que da cuenta de la potencialidad educativa del modelo de problematización en el campo de la enseñanza y del aprendizaje de la tecnología, que esperamos que resulte de utilidad para los profesores de la educación técnico-profesional de nuestro país.

Juan Manuel Kirschenbaum
Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica.
Instituto Nacional de Educación Tecnológica

La serie "Recursos didácticos"

Desde esta serie de publicaciones del Centro Nacional de Educación Tecnológica, nos proponemos:

- Poner a consideración de los educadores un equipamiento didáctico a integrar en los procesos de enseñanza y de aprendizaje del área técnica que coordinan.
- Contribuir a la actualización de los docentes de la educación técnico-profesional, en lo que hace a conocimientos tecnológicos y científicos.

Inicialmente, hemos previsto el desarrollo de veinte publicaciones con las que intentamos abarcar diferentes contenidos de este campo curricular vastísimo que es el de la educación técnico-profesional.

En cada una de estas publicaciones es posible reconocer una estructura didáctica común:

1 **Problemas tecnológicos en el aula.** En esta primera parte del material se describen situaciones de enseñanza y de aprendizaje del campo de la educación técnico-profesional centradas en la resolución de problemas tecnológicos, y se presenta una propuesta de equipamiento didáctico, pertinente como recurso para resolver esas situaciones tecnológicas y didácticas planteadas.

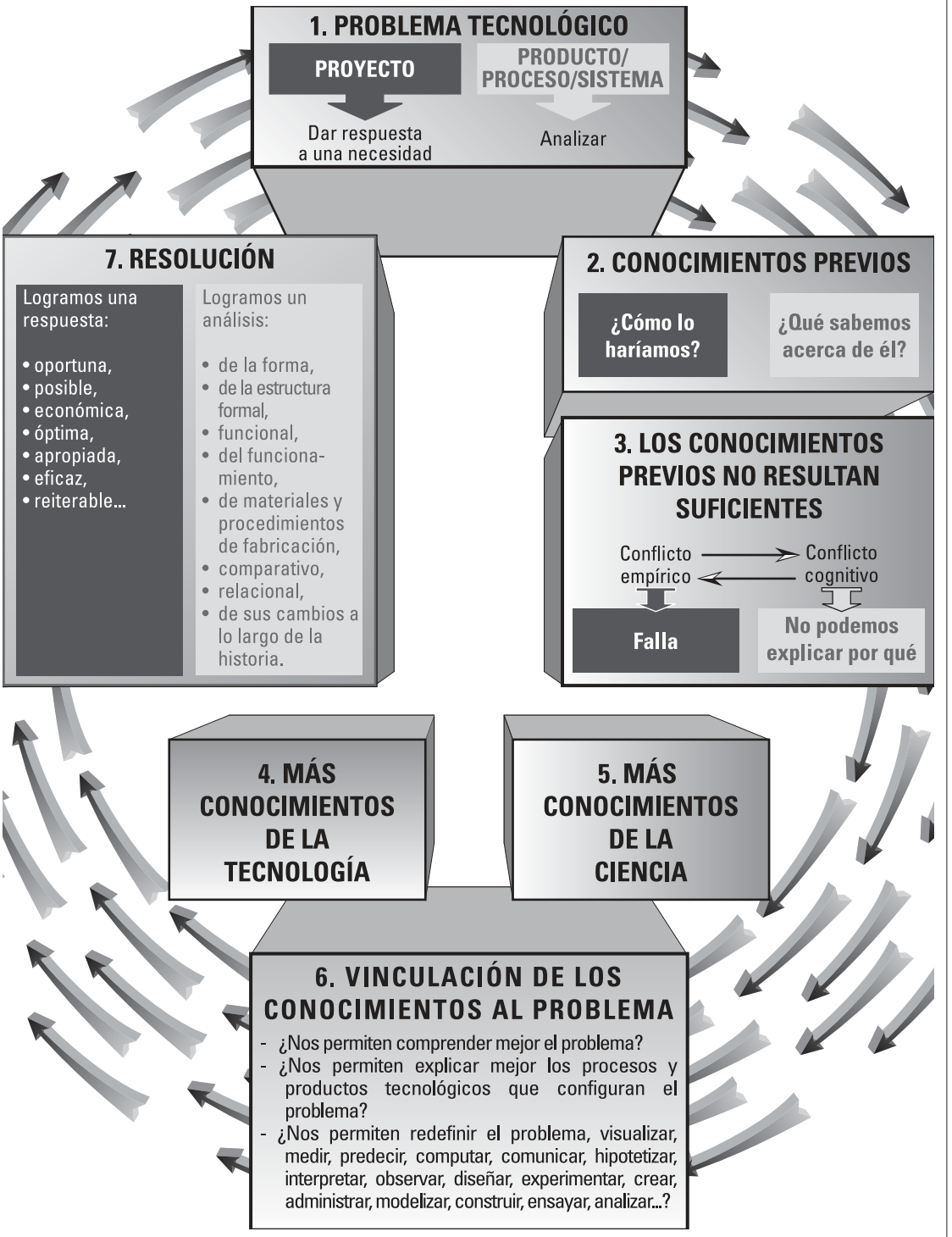
2 **Encuadre teórico para los problemas.** En vinculación con los problemas didácticos y tecnológicos que constituyen el punto de partida, se presentan conceptos tecnológicos y conceptos científicos asociados.

3 **Hacia una resolución técnica. Manual de procedimientos para la construcción y el funcionamiento del equipo.** Aquí se describe el equipo terminado y se muestra su esquema de funcionamiento; se presentan todas sus partes, y los materiales, herramientas e instrumentos necesarios para su desarrollo; asimismo, se pauta el "paso a paso" de su construcción, armado, ensayo y control.

4 **El equipo en el aula.** En esta parte del material escrito, se retoman las situaciones problemáticas iniciales, aportando sugerencias para la inclusión del recurso didáctico construido en las tareas que docente y alumnos concretan en el aula.

5 **La puesta en práctica.** Este tramo de la publicación plantea la evaluación del material didáctico y de la experiencia de puesta en práctica de las estrategias didácticas sugeridas. Implica una retroalimentación –de resolución voluntaria– de los profesores destinatarios hacia el Centro Nacional de Educación Tecnológica, así como el punto de partida para el diseño de nuevos equipos.

Esta secuencia de cuestiones y de momentos didácticos no es azarosa. Intenta replicar –en una producción escrita– las mismas instancias de trabajo que los profesores de Tecnología ponemos en práctica en nuestras clases:


1. PROBLEMA TECNOLÓGICO
PROYECTO
PRODUCTO/ PROCESO/SISTEMA
Dar respuesta a una necesidad
Analizar
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
¿Cómo lo haríamos?
¿Qué sabemos acerca de él?
3. LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS NO RESULTAN SUFICIENTES
Conflicto empírico
Conflicto cognitivo
Falla
No podemos explicar por qué
4. MÁS CONOCIMIENTOS DE LA TECNOLOGÍA
5. MÁS CONOCIMIENTOS DE LA CIENCIA
6. VINCULACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS AL PROBLEMA
- ¿Nos permiten comprender mejor el problema?
- ¿Nos permiten explicar mejor los procesos y productos tecnológicos que configuran el problema?
- ¿Nos permiten redefinir el problema, visualizar, medir, predecir, computar, comunicar, hipotetizar, interpretar, observar, diseñar, experimentar, crear, administrar, modelizar, construir, ensayar, analizar...?
7. RESOLUCIÓN
Logramos una respuesta:
• oportuna,
• posible,
• económica,
• óptima,
• apropiada,
• eficaz,
• reiterable...
Logramos un análisis:
• de la forma,
• de la estructura formal,
• funcional,
• del funciona-miento,
• de materiales y procedimientos de fabricación,
• comparativo,
• relacional,
• de sus cambios a lo largo de la historia.

Es a través de este circuito de trabajo (problema-respuestas iniciales-inclusión teórica-respuestas más eficaces) como enseñamos y como aprenden nuestros alumnos en el área:

- La tarea comienza cuando el profesor presenta a sus alumnos una **situación codificada en la que es posible reconocer un problema tecnológico**; para configurar y resolver este problema, es necesario que el grupo ponga en marcha un proyecto tecnológico, y que encare análisis de productos o de procesos desarrollados por distintos grupos sociales para resolver algún problema análogo. Indudablemente, no se trata de cualquier problema sino de uno que ocasiona obstáculos cognitivos a los alumnos respecto de un aspecto del mundo artificial que el profesor –en su marco curricular de decisiones– ha definido como relevante.

- El proceso de enseñanza y de aprendizaje comienza con el planteamiento de esa situación tecnológica seleccionada por el profesor y con la construcción del espacio-problema por parte de los alumnos, y continúa con la búsqueda de **respuestas**.

- Esta detección y construcción de respuestas no se sustenta sólo en los conocimientos que el grupo dispone sino en la **integración de nuevos contenidos.**

- El enriquecimiento de los modos de "ver" y de encarar la resolución de un problema tecnológico –por la adquisición de nuevos conceptos y de nuevas formas técnicas de intervención en la situación desencadenante– suele estar **distribuida materialmente** –en equipamiento, en materiales, en herramientas–.

No es lo mismo contar con este equipamiento que prescindir de él.

Por esto, lo que intentamos desde nuestra serie de publicaciones es acercar al profesor distintos recursos didácticos que ayuden a sus alumnos en esta tarea de problematización y de intervención –sustentada teórica y técnicamente– en el mundo tecnológico.

Caracterizamos como **recurso didáctico** a todo material o componente informático seleccionado por un educador, quien ha evaluado en aquél posibilidades ciertas para actuar como mediador entre un problema de la realidad, un contenido a enseñar y un grupo de alumnos, facilitando procesos de comprensión, análisis, profundización, integración, síntesis, transferencia, producción o evaluación.

Al seleccionar los recursos didácticos que forman parte de nuestra serie de publicaciones, hemos considerado, en primer término, su potencialidad para posibilitar, a los alumnos de la educación técnico-profesional, configurar y resolver distintos problemas tecnológicos.

Y, en segundo término, nos preocupó que cumplieran con determinados rasgos que les permitieran constituirse en medios eficaces del conocimiento y en buenos estructurantes cognitivos, al ser incluidos en un aula por un profesor que los ha evaluado como perti-

nentes. Las cualidades que consideramos fundamentales en cada equipo que promovemos desde nuestra serie de publicaciones "Recursos didácticos", son:

- Modularidad (puede adaptarse a diversos usos).
- Resistencia (puede ser utilizado por los alumnos, sin peligro de romperse con facilidad).
- Seguridad y durabilidad (integrado por materiales no tóxicos ni peligrosos, y durables).
- Adaptabilidad (puede ser utilizado en el taller, aula o laboratorio).
- Acoplabilidad (puede ser unido o combinado con otros recursos didácticos).
- Compatibilidad (todos los componentes, bloques y sistemas permiten ser integrados entre sí).
- Facilidad de armado y desarmado (posibilita pruebas, correcciones e incorporación de nuevas funciones).
- Pertinencia (los componentes, bloques funcionales y sistemas son adecuados para el trabajo con los contenidos curriculares de la educación técnico-profesional).
- Fiabilidad (se pueden realizar las tareas preestablecidas, de la manera esperada).
- Coherencia (en todos los componentes, bloques funcionales o sistemas se siguen las mismas normas y criterios para el armado y utilización).
- Escalabilidad (es posible utilizarlo en proyectos de diferente nivel de complejidad).
- Reutilización (los diversos componentes, bloques o sistemas pueden ser desmontados para volver al estado original).
- Incrementabilidad (posibilidad de ir agregando piezas o completando el equipo en forma progresiva).

Haydeé Noceti
Coordinadora de la acción "Conocimientos científico-tecnológicos para el desarrollo de equipos e instrumentos".
Centro Nacional de Educación Tecnológica

Educación técnico-profesional

3. Quemador de biomasa

λ Θ α Ψ δ Σ σ Ω φ Serie: Recursos didácticos

Este material de capacitación fue desarrollado por:

Sergio Pizarro.
Es diseñador industrial (Universidad Nacional de La Plata). Se desempeñó como docente en una escuela técnica de orientación electromecánica, a cargo de "Dibujo técnico" y de "Elementos de máquinas, instalaciones industriales", y como maestro de taller responsable de la oficina técnica. Participó de la *Capacitación de Capacitadores en Educación Tecnológica* a cargo del Programa Nacional de Gestión de la Capacitación Docente; esta capacitación le permitió formar parte del grupo de referentes en Educación Tecnológica de la provincia de Río Negro. Paralelamente, se desempeñó como tutor del Programa Prociencia de Capacitación Docente a distancia (Ministerio de Educación de la Nación). Es autor de *Educación tecnológica, empresa y emprendimientos* (INET. 2003. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología). Forma parte de una asociación sin fines de lucro que impulsa las economías sociales regionales, evaluando y formulando nuevos proyectos productivos, y destacando la participación de las personas como individuos sociales en busca de un desarrollo económico genuino.

Coordinación general:
Haydeé Noceti

Diseño didáctico:
Ana Rúa

Administración:
Adriana Perrone

Monitoreo y evaluación:
Laura Irurzun

Diseño gráfico:
Tomás Ahumada
Karina Lacava
Alejandro Carlos Mertel

Diseño de tapa:
Laura Lopresti
Juan Manuel Kirschenbaum

Con la colaboración
del equipo de profesionales
del Centro Nacional
de Educación Tecnológica

Índice

Las metas, los programas y las líneas de acción del Instituto Nacional de Educación Tecnológica ---- VIII
Las acciones del Centro Nacional de Educación Tecnológica ---- X
La serie "Recursos didácticos" ---- XII

1 Problemas tecnológicos en el aula ---- 4
- Empecemos a pensar soluciones
- Una alternativa, una ayuda

2 Encuadre teórico para los problemas ---- 13
- ¿Con qué energía contamos?
- La biomasa como alternativa
- Transformar y convertir la biomasa en energía

3 Hacia una resolución. ---- 45
- El quemador de biomasa
- Armado del quemador e instalación
- El equipo y la instalación
- Quema de la biomasa recolectada
- Funcionamiento de la chimenea
- Quema de otros tipos de biomasa
- Ignición
- Aires de combustión
- Intercambio de calor
- Control de la entrada de aire
- Control de la humedad de la biomasa
- Integración teórica acerca de la combustión de la biomasa

4 El equipo en el aula ---- 73

5 La puesta en práctica ---- 88

1. Problemas tecnológicos en el aula

Quienes somos observadores de las cosas que nos rodean, solemos decir "¡Esto es tecnología!", al enfrentarnos a un producto nuevo con prestaciones originales o al comprobar que se han diseñado objetos o procesos que ya conocíamos con una resolución que nos conmovió y que marcó la diferencia.

Cada uno de estos resultados tecnológicos sorprendentes tuvo su inicio en una necesidad personal, en una necesidad social, en necesidades observadas por otros, en fantasías o utopías llevadas a ideas por una o varias personas, o en situaciones reales de la vida cotidiana.

¿Qué pasa con estas necesidades en el aula? Es común escuchar –dentro y fuera del ámbito educativo– que la escuela se encuentra lejos de lo que sucede en la calle, que la realidad le pasa por al lado. Por eso, desde **Quemador de biomasa** lo invitamos a comenzar la tarea de problematización, leyendo artículos periodísticos que describen sucesos que podrían pasar desapercibidos en una lectura rápida del diario pero que, para nosotros, van a constituir el punto de partida de un desarrollo tecnológico.

En estos artículos se plantean situaciones reales, tan reales que superan a la ficción. Son éstas las realidades en las que nos apoyamos para que nuestros alumnos comiencen a dar respuestas tecnológicas concretas desde una escuela de la realidad que, por eso, es una escuela comprometida.

Empecemos a pensar soluciones

Diario Página 12/ Sociedad/ 15 de junio de 2002

UNA BEBA FALLECIÓ EN MORENO
MORIR DE FRÍO[1]

Una nena de tres meses murió ayer como consecuencia del frío en un barrio humilde de la localidad bonaerense de Moreno. De este modo, son nueve –entre ellos, cuatro menores– las víctimas fatales por la ola de frío que se instaló el lunes en todo el país.

Según informó la Fundación ***Poder Ciudadano***, la pequeña falleció a las 7, en su casa de chapas de zinc del barrio Pfizer, frente al laboratorio del mismo nombre, a causa de las bajas temperaturas.

(...) Ayer, un matrimonio y sus dos hijos de uno y tres años murieron carbonizados al incendiarse su casa en la localidad de Guernica, al querer combatir el intenso frío con precarios artefactos de calefacción. Por la tarde, un joven de 23 años falleció a causa de inhalación del monóxido de carbono que despedía un brasero, en una vivienda de San Antonio de Padua, partido de Merlo.

A estos hechos se suman las muertes por asfixia de un padre y su pequeña hija de 2 años en una vivienda de Altos de Laferrere, en La Matanza; al tiempo que otro incendio en una casilla de Hudson dejó como saldo la muerte de un hombre de unos 30 años.

[1] El artículo completo está disponible en: **http://www.pagina12web.com.ar/diario/sociedad/index-2002-6-15.html**

Diario Río Negro/ Economía/ 8 de septiembre 2003

Los ladrilleros en alerta por las heladas[2]

Allen (AA).- Los extraños vaivenes climáticos de las últimas semanas, que tanta preocupación causan en esta región a los productores frutihortícolas, también tienen a maltraer a aquéllos que fabrican ladrillos. Las peligrosas heladas tardías, también han provocado pérdidas a los horneros que, recién a esta altura del año, comienzan a poner en marcha la temporada anual.

La actividad de los ladrilleros sufre las consecuencias de los cambios climáticos

Con las primeras temperaturas bajo cero que se registraron desde los últimos días de agosto, hubo ladrilleros que sufrieron importantes perjuicios, según comentaron algunos horneros consultados.

Los productores de este material, uno de los más utilizados en la industria de la construcción, explicaron que los riesgos se corren cuando la mezcla salida de los pisaderos –el sitio donde se realiza la primera etapa de fabricación– es cortada. Estas unidades son las que luego se "queman" en los hornos, para sellar el material.

Sin embargo, "cuando están recién cortados, todo el material está muy húmedo y, si nos agarra una helada, los ladrillos se quiebran todos después", comentó un ladrillero de la zona norte de Allen.

Esta mezcla –integrada por tierra, greda, aserrín y madera, entre otros elementos– puede ser reutilizada, aunque se pierde todo el trabajo de mano de obra empleada. Además, a menudo, el resultante suele ser de menor calidad.

En la zona norte de esta ciudad, la actividad económica impulsada por la fabricación de ladrillos es una de las más importantes, porque se estima que se mueven más de 15 millones de unidades durante cada temporada. Los últimos relevamientos oficiales indicaban que en ese sector de Allen existen más de sesenta hornos en producción.

Román Paucara, uno de los mayores productores del sector, comentó que con las primeras heladas "tuvimos pérdidas casi totales", si bien no pudo cuantificar los daños. "Ya, cuando hace dos grados bajo cero, se daña el material. En nuestro caso, empezamos a hacer ladrillos a fines del mes pasado y las primeras tandas fueron afectadas", precisó.

El ladrillero sostuvo además que, ante los anuncios de la ocurrencia de posibles contingencias, "estos días ya paramos y no cortamos más ladrillos". Las posibilidades de proteger la producción son escasas, se coincidió, porque además de que sería costoso invertir en cubiertas plásticas para este fin, "si la helada es fuerte pasa el nailon y todo", mencionó Paucara.

Por cada pisadero que se elabora y puede sucumbir ante una contingencia climática, se pueden sacar hasta 20 o 30 mil unidades. En esta temporada, los precios promedio para los ladrillos comunes rondan los 150 pesos por cada mil y cerca de 250 pesos cuesta también el millar de ladrillones.

La temporada de fabricación suele iniciarse en esta época y se extiende durante todo el verano. A veces –si el tiempo lo permite– hasta principios de otoño.

En toda la provincia, esta ciudad es una de las zonas más reconocidas como elaboradora de ladrillos y desde aquí se envían productos a distintos puntos de Río Negro y Neuquén.

[2] El artículo original se encuentra en: http://www.rionegro.com.ar/arch200309/e08s09.html

Diario Río Negro/ Economía/ 11 de septiembre de 2004

La primera helada primaveral con -4ºC y mucho humo[3]

Centenario (ACE).- Más de seis horas de helada con temperaturas de -2 y -4 grados en la zona productiva dejaron incertidumbre sobre posibles pérdidas de hortalizas y frutales de carozo en las chacras de Centenario y Vista Alegre. En el resto de la región, la situación fue similar, con registros de 4,4 grados bajo cero en Guerrico y de hasta 6 bajo cero en algunos sectores de Regina.

En Centenario y Vista Alegre, el humo también marcó el crecimiento de las plantaciones de carozo y verduras, en una comunidad que hasta hace tres años sólo producía peras y manzanas, en tanto eran excepcionales las plantaciones de otras variedades.

Así, el espeso humo[4] que cubrió la zona urbana de Centenario llamó la atención a los vecinos, porque los pobladores no estaban acostumbrados a que las defensas de heladas fueran en esta época. Fue molesto para quienes madrugaron porque, a las 9,30 se disipó el humo con la primera brisa, situación diferente a la del Alto Valle donde el humo permaneció hasta la tarde, por la falta de vientos.

En El Chañar, donde hace tres días que los pobladores sienten el efecto de la defensa contra la helada, el humo se disipó casi al mediodía. No hubo urgencias por problemas respiratorios como en otro tiempo de heladas fuertes y las clases se dictaron normalmente a partir de las 9,30.

En Centenario y Vista Alegre, mientras hace tres años sólo había algunas hectáreas de ciruelas o pelones –y, en las chacras de algunos empresarios, cerezas–, en esta temporada se cuentan 135 hectáreas de carozo, donde la cereza prima como variedad en apogeo de comercialización.

De los 340 productores de Centenario, unos 40 se dedicaron a plantar carozo, mientras que otras 110 hectáreas también pertenecen a 40 chacareros dedicados a la horticultura. Ellos salieron a defender con fuego los plantines de

[3] Disponible en: http://rionegro.com.ar/arch200409/11/e11j01.php

[4] Para la lectura de este artículo puede resultarle útil contar con esta información: "(...) Considerando que es necesario asegurar la calidad higiénica en la producción de frutas producidas en el país y sensibilizar a productores, acopiadores, acondicionadores, industrializadores, transportistas y mayoristas para que asuman el compromiso hacia la mejora continua de la calidad. Que los productores y empacadores precisan poder diferenciar sus productos a través del cumplimiento de normas básicas que aseguren la inocuidad (...) 4.58. Control de heladas:

- El control de heladas se debe realizar de acuerdo a las temperaturas y períodos críticos para cada especie y cultivo.
- En caso de utilizarse sistemas de calefacción, se deben adoptar aquéllos que generen la menor emisión de sustancias nocivas y que brinden la mayor seguridad de operación posible.
- Los calefactores deben contar con chimenea, recomendándose el empleo de combustibles con menor emisión de humo.
- Respetar la legislación vigente.
- En caso de utilizarse defensa por riego por aspersión, se debe tener especial cuidado en la calidad del agua, para evitar la contaminación microbiológica o química de los productos.
- Se debe llevar registro de los controles realizados, se recomienda anotar fecha, duración e intensidad de las heladas ocurrentes.

("Guía de buenas prácticas de higiene, agrícolas y de manufactura para la producción primaria, cultivo-cosecha, acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte de frutas frescas". SENASA –Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria–. Resolución Nº 510; 11 de Junio de 2002. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Producción de la República Argentina. Buenos Aires).

cebolla, lechuga y tomates, y fue importante porque de unas cuatro o cinco huertas hace tres años, se pasó a más de 43 en esta temporada.

Muchos productores en la zona de Nueva España comenzaron a prender el riego por aspersión alrededor de las 2 de la madrugada y aún a las 8.30 de ayer no podían apagarlo, porque la helada se extendía.

Otros iniciaron la quema alrededor de las 11, con una madrugada que se tornó interminable y fría en la zona de la costa, donde el termómetro llegó a medir cerca del río al menos unos cuatro grados bajo cero.

Según el relevamiento realizado desde la Cámara, prácticamente este año no se compró fuel oil. Omar Della Gáspera –presidente del Consorcio de Riego– y Blas Ortuño –presidente de la Cámara (PACVA)- detallaron que los chacareros echaron mano al combustible comprado el año pasado, cuando el clima fue benévolo y las heladas primaverales no coincidieron con el período de floración.

Pero, también se quemó mucha leña. "Los productores guardaron las alamedas y también los árboles de manzano que se erradicaron".

El pronóstico del tiempo preveía anoche la posibilidad de nuevas heladas, no así para el fin de semana (...)

Está prohibido el uso de cualquier sistema que provoque una alta contaminación del ambiente (quema de neumáticos o combustión ineficiente de hidrocarburos). El método de control recomendado es el riego por aspersión. ("Directivas para la producción integrada de fruta de pepita en la Patagonia. Control de heladas". Comienzo del programa. Temporada año 1997/98. Primera certificación IRAM del programa "Producción integrada". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA– Alto Valle Río Negro.)

Diario Página 12/ El país/ 16 de mayo de 2004

SECTORES SOCIALES Y CONSUMO
QUIÉN VIVE SIN GAS[5]

Por Sergio Moreno

El 29,3 por ciento de los hogares argentinos no posee provisión de gas natural. De este guarismo, el 85 por ciento consume gas envasado y el 15 restante combustibles sustitutos, como kerosén, leña, papel, etc. Si trasladamos estas cifras a cantidad de personas –ya no hogares–, se obtiene que el 36,1 por ciento de la población nacional carece de gas natural, del cual el 58,2 por ciento se encuentra bajo la línea de pobreza. Éste es el sector de la sociedad más vulnerable y afectado por la inclemente suba de precios del principal combustible con que cuentan para combatir el frío y cocinar, verbigracia, el gas en garrafa, conocido técnicamente por GLP (gas licuado de petróleo). Ahora bien, la mayoría de los pobres –que consumen GLP– se encuentra en las provincias del norte de la patria. Estos crueles números desnudan la ineficacia que tendrán las 600 bocas de expendio de la "garrafa social" lanzada por el gobierno para abaratar los costos de dicho artefacto, y la necesidad de universalizar el subsidio, quizás, a todas las garrafas, ya que es el com-

[5] La versión completa de este artículo se encuentra disponible en: http://www.pagina12web.com.ar/diario/elpais/1-35396-2004-5-16.html

bustible por antonomasia de los pobres. Además, la distribución geográfica de la pobreza destaca que es tarea de la administración nacional rediseñar la dirección de los esfuerzos y apuntar hacia el norte.

Los datos ofrecidos hasta aquí surgen de un estudio realizado por la Consultora *Equis*, que conduce el sociólogo Artemio López, con guarismos provenientes del INDEC.

(...) Según *Equis*, hay 13.461.000 personas que no cuentan con provisión de gas natural, de las cuales 10.373.568 son pobres; esto es, el 58,2 por ciento del valor consignado anteriormente. Traducido a cantidad de hogares, el 29,3 por ciento carece de gas natural. Pero no todos estos hogares se encuentran en la misma zona del país. La distribución es la siguiente: En la Región Cuyo (Mendoza, San Luis, San Juan y La Rioja), el 19, 4 por ciento de los hogares carece de gas natural. En el NEA (Corrientes, Misiones, Chaco y Formosa), 99,7 por ciento de hogares no tiene gas natural. Ésta es la región con mayor carencia –casi total– en el país.

En el NOA (Santiago del Estero, Tucumán, Catamarca, Salta y Jujuy), quienes no tienen gas de red son el 41,2 por ciento de los hogares. En la Patagonia, apenas el 2,2 por ciento de los hogares carece de gas natural, siendo ésta la región menos necesitada y mejor surtida. Y en la Región Centro (Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba), el 28,7 por ciento de los hogares no tiene gas de red. En Capital Federal y Conurbano, la carencia de gas natural alcanza al 16,4 por ciento de los hogares.

Queda claro cómo se distribuyen las necesidades en la Argentina: El NEA es la zona más afectada por la falta de gas natural (813.000 hogares), siendo la Patagonia la menos. En el trabajo de *Equis* se señala que "tanto en su distribución espacial como social, la carencia de infraestructura básica que supone la ausencia de provisión de gas natural en el hogar es una problemática específica y muy intensa en las regiones y hogares más vulnerables del país."

Habida cuenta de que los sectores más vulnerables de la sociedad son los principales y mayores consumidores del GLP, el estudio de *Equis* propone que "la fijación pública del gas envasado ofrecido a las familias resulta estratégica como mecanismo antipobreza y, dada la extensión cuantitativa, la heterogeneidad geográfica de la población pobre que utiliza el recurso (1.759.000 personas, de las cuales el 45 por ciento reside en el norte del país) y las restricciones presupuestarias que supone cumplir los compromisos asumidos con los organismos de crédito internacionales, el único mecanismo de control de precio posible es subsidiar con parte de las ganancias empresarias el precio de todo el gas envasado, puesto que no hay posibilidad técnica para iniciar una distribución a escala numérica y geográfica como la que requiere la satisfacción de la carencia de gas natural realmente existente en el país (...).

Diario La Mañana del Sur/ Regionales/ 4 de agosto de 2003

Viejos olmos ponen en jaque a todo un barrio de Neuquén[6]

Neuquén.- Los daños que producen los olmos en el barrio Progreso son el motivo de mayor preocupación entre sus habitantes. Desde la comisión vecinal manifiestan que estos árboles deberán ser extraídos de manera urgente; pero, pese al reclamo que efectuaron al municipio, no han recibido una respuesta.

Este vecindario es uno de los más viejos de la ciudad de Neuquén y los olmos que se plantaron hace más de veinte años están causando importantes daños en las casas del lugar.

Las raíces de estos árboles han levantado las veredas, obstruyen el sistema de cloacas y han alcanzado a romper muros, paredones y el piso de algunas viviendas.

[6] El artículo se encuentra en: **http://www.lmsur.com.ar/** Opción "Ediciones anteriores".

En diálogo con "La mañana del Sur", el presidente de la comisión vecinal, manifestó: "Desde mayo que estamos reclamando a servicios públicos de la comuna, para que extraigan los olmos, pero no hemos conseguido respuestas ni soluciones. Hace un tiempo nos dijeron que se iban a sacar unos 100 ejemplares pero no se ha hecho nada y son ellos los que deben actuar. Las raíces rompen todo lo que encuentran a su paso y deben ser quitadas lo más rápido que se pueda. Esta tarea es muy difícil y seguramente deberá ser realizada en conjunto con CALF, la cooperativa de servicios eléctricos, ya que muchos de estos olmos han alcanzado gran altura y algunos tienen entre sus ramas a los cables del tendido eléctrico. Actualmente, existe un total de 384 olmos que están rompiendo al barrio en diferentes sectores. Si sacamos cuentas, por cada árbol se pueden sacar unos 300 kilos de madera. Unas 100 toneladas de leña que podría haber usado, de forma gratuita, la municipalidad para su plan calor. Nosotros no los podemos sacar porque nos multan; pero, si intentamos hacerlo, debemos pagarle a un particular que cobra 120 pesos por árbol", explicó Mardones.

El ejido del barrio Progreso está comprendido desde Avenida del Trabajador hasta las vías del ferrocarril entre Collón Curá y Combate de San Lorenzo. Se trata de uno de los más antiguos de la capital neuquina y gran parte de su población se encuentra dentro de una franja de personas que superan los 60 años. Muchos de ellas son pensionadas y el dinero que ganan no les alcanza para reparar los daños que producen en sus viviendas los añosos ejemplares.

Diario La Capital/ Rosario. Santa Fe/ 5 septiembre de 2004

Cómo se depredan los bosques que la provincia no protege[7]

Por Rodolfo Montes / La Capital

Avanza la topadora sobre el monte nativo santafesino. Con desprecio y brutalidad arranca todo a su paso. Deja la tierra desnuda. Avanza la topadora, extermina el hábitat de cincuenta especies leñosas, doscientas herbáceas y otras tantas animales. Avanza la topadora, empuja al hombre del monte hacia las ciudades. No habrá solución para su pobreza; ahora, el hombre del monte sobrevive en los márgenes indignos de alguna gran ciudad. El hombre del monte y su familia se están secando, desprotegidos, sin la savia vital que siempre fluyó en su territorio, su propia cultura.

Detrás de la topadora llegó el modelo agroexportador pampeano, llegaron los monocultivos como la soja y sus rendimientos fabulosos para poquitas manos -con excepción de las retenciones que capta el Estado y redistribuye como ayuda social–. En el Gran Chaco Argentino antes había monte, animales, familias, cultura, sonidos de los pájaros, aromas, leña, frutos, reparo y cerca de cuarenta actividades de subsistencia. Eso sí, sin "escalas" económicas visibles para la macroeconomía; pero, absolutamente determinantes para la supervivencia de una familia.

Cuando había montes, además, había otro clima. Todo era más equilibrado, sin tanta lluvia furiosa que inunda y destruye -en el semestre húmedo- y sin tanta sequía que deja los pozos "sin agua buena" para beber. Es casi obvio, pero cuando había monte no ocurrían catástrofes con cerca de treinta muertos, como la inundación del río Salado en la ciudad de Santa Fe

Ahora, en los tres departamentos del norte santafesino –9 de Julio, Vera y General Obligado– avanzan las grandes extensiones sembradas y se pierden de 30 a 40 mil hectáreas de monte nativo por año. Y cada vez menos dueños de campos se hacen propietarios de extensiones mayores. Muchos de los nuevos dueños ya no son los heroicos colonos que llegaron en los años '60 para habitar aquellas "tierras

[7] Usted puede acceder al artículo completo en: http://www.diariolacapital.com/2004/09/05/seniales/noticia_129863.shtml

lejanas e improductivas". Ahora, por ejemplo, el belga Johann Meter Kaspar, de la empresa *Los Guasunchos*, es dueño de 11 mil hectáreas en Villa Minetti, en el departamento 9 de Julio.

Aunque Kaspar tuvo que detener las topadoras y sacarlas de su propio monte nativo. Una denuncia del jefe comunal de Villa Minetti, Hugo Terré, y la posterior intervención de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de Santa Fe, pararon la deforestación de 5.600 hectáreas en la estancia *Los Guasunchos*. Pero, hay otros campos y otras topadoras que continúan arrasando árboles. En el departamento 9 de Julio se perdieron 136 mil hectáreas de monte nativo en 20 años. Hoy sólo quedan 20 mil.

La tierra de la región del Gran Bosque Chaqueño no nació para vivir sin protección, a cielo abierto, como la tierra de la pampa húmeda. Se sabe, las tierras del monte chaqueño no tienen propiedades extraordinarias como en la región pampeana. Las tierras del norte santafesino, Chaco, Santiago del Estero, y zonas de Salta y Formosa, necesitan estar guarecidas por el monte; de lo contrario, el sol calcinante, las sequías y las lluvias violentas la degradan en pocos años. Pero, la topadora ya arrasó, en el norte santafesino, medio siglo de algarrobos y quebrachos. Es el tiempo que necesitan los árboles nobles para hacerse grandes y, recién entonces, ofrecer madera dura, hija privilegiada de la naturaleza.

Movidos por el instinto de autoconservación, y avalados por decenas de estudios, investigaciones y trabajo efectivo en la región, ONG, dirigentes regionales, legisladores y organizaciones comunitarias se empeñan en salvar el poco monte nativo que va quedando. Plantean un SOS de emergencia que pide "explotación sustentable del monte", "respetar la cultura del monte" y advierte a los gobiernos sobre las consecuencias negativas de implantar a rajatabla el "modelo pampa húmeda" en zonas lejanas.

La Mesa Agroforestal Santafesina funciona en la ciudad de Vera y agrupa una amplia gama de instituciones: El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA San Cristóbal y Tostado–, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de Santa Fe, el Programa Social Agropecuario, la Facultad de Ciencias Agrarias de Esperanza (Universidad Nacional del Litoral), la Red Agroforestal Chaco-Argentina, el Instituto de Cultura Popular (Incupo) y la Fundación para el desarrollo en justicia y paz (Fundapaz).

Desde 2001, todas estas organizaciones se juntan regularmente para unificar criterios, compartir experiencias y coordinar actividades en la búsqueda de alternativas sustentables para la región. Así nació el programa "Manejo de recursos naturales del norte santafesino. Bosques para siempre".

"Nuestra ganadería es silvo-pastoril, nuestra agricultura agroforestal y los suelos deben permanecer cubiertos de montes como único recurso para no sufrir erosión violenta" le dijo Martín Simón, referente regional de la ONG Fundapaz, a *Señales*.

La ONG nacida en 1973 tiene un campo de experimentación, a diez minutos de Vera, donde desde hace nueve años vienen aplicando técnicas de manejo de monte. Algo simple y de sentido común: Retiran las especies más pequeñas, de menor valor, dejan los árboles grandes. Siembran pasturas, crían animales, agricultura diversificada, apicultura, etcétera. Pero, la estructura general del monte sigue en pie, la fauna permanece, los suelos no se degradan.

(...) El programa "Bosques para siempre", ideado pacientemente por una decena de instituciones en la ciudad de Vera, "pretende alcanzar a las explotaciones pequeñas, medianas y grandes de la región, como así también a los trabajadores rurales temporarios sin tierra y a las comunidades aborígenes, provocando un impacto social regional".

Según los impulsores de "Bosques para siempre", "los pequeños propietarios encontrarán la posibilidad de ejecutar mejoras productivas y crear empleo para los distintos integrantes de la familia. El Programa busca reducir la desocupación e incrementar los ingresos de las familias rurales". Hay una conclusión que se impone: "Mirando la geografía, la historia y su proyección futura, no caben dudas de que la gente y la biodiversidad son las grandes riquezas del norte provincial" (...).

Una alternativa, una ayuda

Estos artículos nos plantean problemas urgentes.

Y, directamente vinculado con esta realidad, el recurso didáctico **Quemador de biomasa** nos da la oportunidad de tener un acercamiento a la problemática de quemar biomasa eficientemente –reduciendo gases dañinos, humos indeseables– y de permitir un óptimo rendimiento energético (obtener más calor reduciendo la cantidad de biomasa).

El término **biomasa** abarca toda la materia viva –de origen animal o vegetal– existente en un tiempo y espacio determinado en la Tierra.

El recurso didáctico **Quemador de biomasa** está compuesto, básicamente, por una cámara de combustión –a la cual se accede por la puerta de acceso de biomasa–, una entrada de aire primario por debajo, una chimenea y una salida de energía.

Las partes que componen el quemador son, en su mayoría, metálicas; sólo las de contacto con el usuario –profesores, alumnos– son de material aislante.

La importancia del prototipo radica en qué tan real es, en todo lo que es posible evaluar sobre él.

- En el ámbito productivo, estamos evaluando las posibilidades técnicas y tecnológicas para su producción, y las posibilidades comerciales para su venta.

- En la escuela, además, estamos evaluando si el prototipo fue trabajado con los conceptos que cada grupo consideró conveniente para la solución (y, por nuestra parte, los profesores evaluamos las unidades conceptuales que pretendimos que nuestros alumnos desarrollaran durante la actividad).

(Pizarro, Sergio. 2003. ***Educación Tecnológica, empresa y emprendimiento.*** Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Buenos Aires.)[8]

[8]Este libro digital está disponible en el sitio web del Instituto Nacional de Educación Tecnológica: **www.inet.edu.ar** Opción "Publicaciones", "Materiales de capacitación", "Serie: Educación Tecnológica".

Necesita de un iniciador de la combustión –encendedor– que, conjuntamente con la incorporación adecuada de aire, da inicio a la combustión de la biomasa.

Esta combustión se concreta en dos cámaras; una donde la biomasa se encuentra en llama y otra donde los humos de la primera combustión se queman de modo completo, proceso favorecido por la entrada de aire nuevo.

Para concretar este proceso, es necesario controlar algunas variables: El aire para la combustión completa, las temperaturas en las distintas cámaras y la circulación de gases, principales pautas para el diseño de estos equipos.

Un principio de eficiencia nos permite una zona de mayor gradiente térmico en el equipo. Esta zona está compuesta por una doble pared, de manera de extraer aire caliente de ese interior, utilizando un ventilador o por convección.

Los chicos se preocupan mucho por concretar el producto y es, precisamente, cuando construyen el prototipo, cuando van identificando errores –errores de diseño, errores en las decisiones tomadas– y comienzan a evaluar, así, parte del desarrollo. Luego, con el prototipo terminado, evalúan el producto, su funcionamiento, su funcionalidad. (Pizarro, Sergio. 2003. *Educación Tecnológica, empresa y emprendimiento*. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Buenos Aires.)

2. Encuadre teórico para los problemas

En este último siglo, la población mundial se triplicó. Los ataques al medio ambiente por parte de los humanos han pasado de ser perturbaciones locales a ser alteraciones de alcance mundial, alteraciones impulsadas por un crecimiento –de más de 20 veces– del consumo de combustibles fósiles y acrecentadas por una triplicación del uso de formas no tradicionales de energía como la biomasa.

El impacto acelerador de la vida humana está alterando el mundo a escala global.

A escala familiar, el combustible sólido utilizado para cocinar y para calentar tiene impactos significativos en la salud. La mala calidad del aire —en el ámbito familiar, local y regional— está asociada con un aumento de las enfermedades y con la muerte prematura. Se calcula que se producen alrededor de 2 millones de muertes prematuras al año —en mayor proporción, mujeres y niños— como consecuencia de la exposición a la contaminación interior que se ocasiona al quemar combustibles sólidos en espacios mal ventilados. (IDAE –Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía–. "Informe mundial de la energía. La energía y el reto de la sostenibilidad". Consejo Mundial de Energía. Departamento de las Naciones Unidas para Asuntos Económicos y Sociales. **www.idea.es**)

La generación y el uso de la energía constituyen una parte significativa de los impactos que producen las personas en el medio ambiente.

A esto debemos sumarle que, en muchas partes del mundo en vías de desarrollo, predominan los combustibles sucios con poca reducción de las emisiones (los limpios o de mayor calidad, también tienen emisiones). Los principales contaminantes que se emiten con la combustión de combustibles fósiles son los óxidos de azufre y de nitrógeno, el monóxido de carbono y las partículas suspendidas.

Estas emisiones contaminan la atmósfera y, luego, precipitan sobre la Tierra en lo que se conoce como lluvia ácida. Esta lluvia puede desencadenarse muy lejos del lugar donde se originó, dañando significativamente los sistemas naturales (No se descarta que, con el tiempo, pueda alterarse la composición y la función de ecosistemas completos. Ya se ha comprobado que la acidificación ha afectado la productividad de bosques, recursos pesqueros y tierras para cultivo.).

Sucede, también, que los proyectos hidroeléctricos despiertan inquietudes relacionadas con inundaciones, con cambios en el clima y en los ecosistemas. Y que, cuando se trata de energía nuclear, preocupa la eliminación de los residuos.

Estas incógnitas y certezas sobre las energías

tradicionales nos sitúan ante la necesidad de una **energía limpia**, accesible a lo largo del tiempo.

Las energías renovables son limpias y están distribuidas más uniformemente. Los flujos de energía de los recursos renovables superan en tres veces al uso actual de energía mundial; pero, su rentabilidad se ve afectada muchas veces por la competencia de la utilización del suelo (plantar dos hectáreas de cebolla es más rentable que tener dos hectáreas de álamo).

El papel real del **álamo** en la actualidad representa sólo un anticipo de sus posibles funciones en el mundo del futuro, teniendo en cuenta su diversidad, su productividad y los rasgos versátiles de su desarrollo biológico (...) ¿A qué se debe que el álamo sea un árbol tan ideal para la experimentación? Una breve lista de sus características clave incluye: Es un grupo de amplia distribución de 30 especies singulares que cubren una buena parte del hemisferio; contiene una gran diversidad genética, tanto entre especies como dentro de ellas; todas tienen el mismo número de cromosomas (2n=38), pudiendo cruzarse y dar lugar a híbridos fértiles; rápido crecimiento (>20 Mg/ha/año de biomasa seca por encima del suelo); su maduración sexual es precoz (3-5 años); es fácil para mejora genética (maduración rápida de la semilla y muchas semillas por híbrido); es de fácil propagación vegetativa en la mayoría de las especies; el álamo es susceptible para el cultivo de células y tejidos, y para transformación genética; tiene un genoma pequeño (1,2 pg DNA por núcleo diploide, similar al tomate y al arroz); existe gran cantidad de información disponible sobre su morfología, anatomía, biología, bioquímica, patología y genética. Estas características, unidas, ofrecen un poderoso conjunto, por lo que podemos decir que, de todos los árboles forestales, ninguno le gana al álamo como material experimental. Esto ha atraído a científicos procedentes de muchas disciplinas para estudiarlo, antes de nada, por su propio interés; pero, también, como sustituto conveniente de otras especies arbóreas más recalcitrantes. En la actualidad, el álamo ha alcanzado la categoría de *árbol modelo* y está exigiendo su puesto legítimo entre otros sistemas modelo en biología como la *Drosophila*, o la crucífera anual, *Arabidopsis*. (Reinhard F. Stettler. 2003. "Lo real y lo posible. El papel de la ciencia en el futuro del álamo". College of Forest Resources, University of Washington. Documento presentado durante la *Primera Conferencia Internacional sobre el Futuro del Cultivo de Álamos y Sauces.* FAO y el Gobierno de Italia. Roma. **www.sagpya.gov.ar**)

Ahora bien, hay desafíos que el hombre debe enfrentar respecto de los recursos renovables –que, por ser tales, por "estar ahí", suelen desvalorizarse–; uno de estos desafíos es el de extraer y convertir estos enormes *stock* y flujos de energía –los del Sol, los del viento, los de la biomasa–, tratando de que estos procesos tengan un costo razonable y no ocasionen consecuencias adversas.

Sabemos que, cotidianamente, se avanza en nuevos conocimientos científicos y tecnológicos; pero, no podemos sentarnos a esperar que ese avance dé solución a esta problemática; si sólo aguardamos, es posible que la solución llegue tarde. Por este motivo se deben alentar investigaciones referidas a optimización energética, concretando los mecanismos para que sus resultados lleguen en el momento oportuno.

En la actualidad de nuestro país, los conocimientos técnicos y económicos desarrollados con relación a la eficiencia energética y al impacto positivo en el desarrollo sostenible, no están siendo aprovechados. Esta desinteligencia se debe a distintos motivos: Falta de información en conocimientos técnicos, ausencia de una formación adecuada, incertidumbre respecto del rendimiento de las inversiones en nuevas tecnologías de eficiencia energética, imposibilidad de financiación; pautas y hábitos de los consumidores, operadores y responsables de la toma de decisiones –influidos, incluso, por curiosas ideas de prestigio social y de normas profesionales respecto de las distintas formas de energía–.

Hablábamos de desafíos. El desafío es responder al aumento de consumo: En nuestra ciudad, día a día, decenas de personas solicitan el servicio de electricidad o compran un auto nuevo; en el mundo, día a día, millones de personas solicitan electricidad y compran productos que consumen energía, tanto para su fabricación como para su funcionamiento. Pensemos que para el 2100, otros 6000-8000 millones de personas necesitarán acceso a servicios energéticos asequibles, fiables, flexibles y cómodos. Ésta es la escala del desafío energético que enfrentamos.

Las respuestas a esta problemática deben estar diseñadas en función de un **desarrollo sostenible**, tanto de la producción como del consumo. Por un lado, produciendo energías limpias; y, por otro, concretando productos de consumo masivo que requieran menos energía para su producción y para su funcionamiento.

Actualmente, las tecnologías que tenemos disponibles no resultan suficientes para dar respuesta al requerimiento energético del siglo; tampoco favorecen a la salud

Energía sostenible. Se refiere a la producida y utilizada de modo que respalde el desarrollo humano a largo plazo, en todas sus dimensiones sociales, económicas y ambientales. En otras palabras, este término no alude, simplemente, a un suministro continuo de energía sino a la producción y al uso de recursos energéticos de forma que fomenten el bienestar humano y el equilibrio ecológico a largo plazo, o, al menos, que sean compatibles con ellos. (IDAE –Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía–. "Informe mundial de la energía. La energía y el reto de la sostenibilidad". Consejo Mundial de Energía. Departamento de las Naciones Unidas para Asuntos Económicos y Sociales. **www.idea.es**)

humana ni al equilibrio medioambiental. Esto genera responsabilidades, tanto para quienes producen energía como para los que la consumen, ya que el de la energía es un problema de todos, que involucra desde investigación y desarrollo hasta demostración, despliegue y difusión, a lo largo de la cadena de la innovación –innovación energética que, también, implica tanto a la producción de energía como a su consumo–.

¿Con qué energía contamos?

La **energía** es una magnitud física que asociamos con la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo mecánico, emitir luz, generar calor, etc.

Fuente de energía es todo fenómeno natural, artificial o yacimiento que puede suministrar energía; también el cuerpo que, al experimentar una transformación, permite obtener energía.

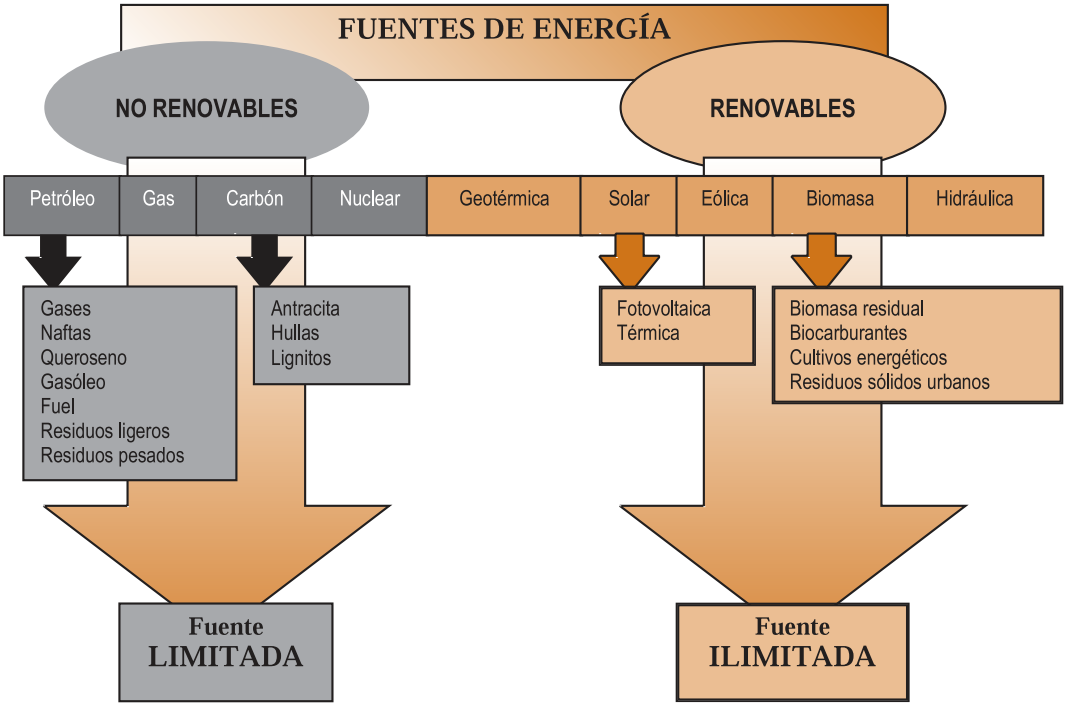
Recurso energético es la cantidad disponible de energía en las fuentes de energía.

Contamos con energía no renovable y con energía renovable:

- **Energía no renovable:** Las fuentes de energía no renovables son aquéllas que existen en una cantidad limitada y que, una vez empleadas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que: o bien no existe un sistema de producción que reemplace, por ejemplo, lo realizado por la naturaleza a lo largo de muchísimos años, en el caso del petróleo; o bien existe tal sistema productivo pero con resultados muy pequeños que sólo son útiles a corto plazo.

- **Energía renovable:** Engloba una serie de fuentes de energía que –en teoría– no se agotarían con el paso del tiempo. Estas fuentes serían[1] una alternativa a las otras (convencionales o no renovables) y producirían un impacto ambiental mínimo.

[1] Optamos por usar el verbo en modo potencial, porque el calificativo "renovable" depende de la decisión del hombre. En el caso del Sol, del viento o de las mareas, el hombre no influye directamente –aunque sí con las modificaciones climáticas–; la biomasa, en cambio, es renovable en tanto exista la decisión política del país para invertir en renovarla. En Argentina, el recurso biomasa es consumido sin el marco de ninguna política de renovación, lo que produce un impacto ambiental grave de responsabilidad directa del hombre. Nuestro país perdió, en los últimos 50 años, 4,5 millones de hectáreas de flora autóctona, según el "Informe sobre deforestación en Argentina" elaborado por el equipo técnico de la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, de la Dirección de Bosques –Subsecretaría de Recursos Naturales, Normativa, Investigación y Relaciones Institucionales. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable; año 2004–, dato que revela que se consume sin pensar en "sostenibilidad".



Consideremos, inicialmente, las fuentes de energía no renovables.

Petróleo

A principios del siglo XX, aumenta de forma espectacular el consumo de petróleo. El petróleo y sus derivados se convierten, así, en el principal combustible en el sector de transporte y uno de los combustibles más importantes en la generación eléctrica.

Las estimaciones de duración de las reservas actuales de petróleo, están en torno a los treinta y cinco años.

Los yacimientos petrolíferos se deben a la descomposición de grandes acumulaciones de restos animales (peces, principalmente) y vegetales (algas), reunidos en el fondo de mares antiguos, comprimidos por movimientos geológicos, y sometidos a acciones bacterianas, a presiones y a temperaturas elevadas.

El petróleo, tal y como mana del yacimiento, tiene pocas aplicaciones. Para obtener, a la vez, productos de características precisas y para utilizar de la manera más rentable las diversas fracciones presentes en el petróleo, es necesario efectuar una serie de operaciones de refinado.

Las dos operaciones básicas de este proceso son:

- **Destilación**. En ella, a partir del petróleo bruto, se obtiene toda una gama de productos comerciales que van de gases y gasolinas, a asfaltos y coque. Este proceso comienza en unos hornos en los que se eleva la temperatura del petróleo hasta alcanzar los 400º C; a esta temperatura, la mayor parte del petróleo se transforma en vapor. Esta mezcla se hace pasar a través de una columna o torre de fraccionamiento. Los vapores de petróleo, introducidos por la parte baja de la torre, van ascendiendo por distintos pisos, al mismo tiempo que se van enfriando. Este enfriamiento da lugar a que, en cada uno de los pisos, se vayan condensando diferentes compuestos, cada uno de los cuales tiene una temperatura específica de licuefacción.

- **Craqueo o pirólisis**. Consiste en la ruptura de una molécula pesada (por ejemplo, fuel) en varias moléculas ligeras, no necesariamente idénticas; entre ellas, naftas y gasóleos (gas-oil, kerosén).

Carbón

"Carbón" es un término muy general que engloba a gran variedad de minerales ricos en carbono. El carbón se compone principalmente de carbono, aún cuando también contiene hidrógeno, oxígeno y una cantidad variable de nitrógeno, azufre y otros elementos.

El carbón se forma en la naturaleza por descomposición de la materia vegetal residual acumulada en los pantanos o en desembocaduras de grandes ríos.

Históricamente, el carbón es la fuente que impulsa la primera fase de la industrialización; pero, a partir del principio del siglo XX, es paulatinamente sustituida por el petróleo.
Actualmente, se utiliza para la producción eléctrica, en la industria siderúrgica y en la calefacción.
El carbón presenta un factor de emisiones de CO_2 muy elevado, así como de SO_2, NO_x (óxido nítrico, óxido de nitrógeno), y partículas en suspensión.
La combinación de SO_2 y NO_x produce la lluvia ácida.
Las estimaciones de duración de las reservas actuales de carbón están en torno a trescientos años.

Existen distintos tipos de carbón que se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Carbones duros**, totalmente carbonizados, entre los que es posible reconocer a la antracita y a la hulla.

- **Carbones blandos**, que pertenecen a épocas posteriores al carbonífero y que no han sufrido un proceso completo de carbonización; entre ellos, los lignitos –pardos y negros– y la turba.

Otra clasificación de los carbones –esta vez, atendiendo a su grado de metamorfismo (cambio de forma y estructura debido a las acciones del calor, la presión y el agua)– es:

- **Antracita**. Son los carbones de mayor calidad; contienen del 85 % al 98 % de carbono en su peso.
- **Hullas**. Esta denominación incluye una amplia gama de carbones cuyo contenido en carbono abarca desde el 40 % hasta el 85 %.
- **Lignitos**. Son los de peor calidad, con contenido en carbono inferior al 40 %.
- **Turbas**. No se consideran carbones según la ASTM –*American Society for Testing and Materials*–; tienen un contenido en humedad muy alto (90 %).

Gas

Aunque pueden clasificarse como "gases naturales" todos los que se encuentran de forma natural en la Tierra –desde los constituyentes del aire hasta las emanaciones gaseosas de los volcanes–, el término "gas natural" se aplica hoy en sentido estricto a las mezclas de gases combustibles hidrocarburados o no, que se hallan en el subsuelo –donde, en ocasiones, aunque no siempre, están asociados con el petróleo líquido–.

El principal constituyente del gas natural es siempre el metano, que representa entre el 75 y el 95 % del volumen total de la mezcla. Los hidrocarburos gaseosos que suelen estar presentes –etano, butano y propano– aparecen sólo en proporciones menores.

En un principio –por no ser fácil de transportar y de almacenar como el petróleo–, el gas no era usado: El que aparecía en casi todos los yacimientos petrolíferos se quemaba a la salida del pozo, como un residuo más.

La necesidad de nuevas fuentes energéticas hace descubrir nuevos yacimientos que poseen enormes reservas de gas natural. Pero, para que el gas pueda ser utilizado con fines energéticos, seguía existiendo el problema de su transporte y el de su almacenamiento

Estas dificultades se resuelven a través de dos desarrollos tecnológicos:

- canalizaciones de gas a presión (gasoductos) y
- licuado del gas para que ocupe menos volumen y pueda ser transportado en camiones o barcos.

El gas natural en estado líquido (GNL) se transporta y almacena en condiciones de presión y temperatura de –163 ºC (estado criogénico; se conoce con el nombre de estado criogénico a aquél en el que se encuentra un fluido a muy baja temperatura) para que los recipientes sólo tengan que soportar la presión hidrostática. Antes de ser introducido a la red para su consumo, el GNL debe regasificarse, esto es, pasar por unos vaporizadores alimentados por algún fluido caliente (agua, aire, vapor), para que vuelva a sus condiciones gaseosas.

Para el consumo del GNL se han tenido que realizar instalaciones portuarias especiales que cuentan con una planta de regasificación para que, de esta forma, el gas pueda ser introducido en la red comercial de consumo.

En términos de contaminación, el gas es el combustible natural más limpio:

- De entre todos los combustibles, produce la menor cantidad de CO_2 por unidad energética.
- No contiene azufre; por tanto, no aparece SO_2 en la combustión.
- No produce partículas sólidas.

La tecnología desarrollada para la combustión del gas natural disminuye la formación de óxidos de nitrógeno. En todas sus aplicaciones industriales, el rendimiento es elevado, con lo que disminuye el consumo de energía primaria.

Energía nuclear

El combustible utilizado en las centrales de fisión nuclear es el Uranio-235 –el 0,7 % de todo el Uranio disponible en la naturaleza–. Partiendo del Uranio-238, no fisible, éste se enriquece para que el contenido de U-235 sea de un 2 % a 3 %.

En la reacción de fisión, un núcleo pesado (U-235) se divide en dos núcleos más ligeros. Al absorber un neutrón; se liberan varios neutrones, generándose una radiación y una cantidad considerable de energía que se manifiesta en forma de calor. Los neutrones son empleados para provocar otra reacción, consiguiendo reiterativamente, de este modo, una cadena sucesiva de reacciones de fisión.

El dispositivo encargado de regular las reacciones en un estado estacionario que permita mantener un balance equilibrado en la captura y escape de neutrones, es llevado a cabo por el reactor nuclear.

Centrémonos, ahora, en las energías renovables: geotérmica, solar, eólica, biomasa e hidráulica.

Energía geotérmica

Se le asigna carácter renovable, en función de la baja agresión al entorno que supone su obtención.

Se centra en la recuperación de la energía térmica acumulada en rocas o aguas que se encuentran a elevada temperatura en el interior de la Tierra. La energía acumulada en zonas volcánicas o de anomalía térmica se aprovecha, haciendo circular agua o vapor a través de ellas; con esta circulación se transporta el calor almacenado en las zonas calientes hasta la superficie.

La temperatura del fluido portador puede ser baja, media o alta, dependiendo de la tipología del yacimiento geotérmico. Pero, sólo el último caso permite disponer de suficiente vapor para la generación eléctrica en turbinas; el uso de las otras dos temperaturas resulta apto para procesos de calentamiento de agua y de calefacción.

Energía solar

La energía del Sol tiene dos aprovechamientos:

- eléctrico, por medio de una conversión fotovoltaica y
- térmico.

En cuanto al aprovechamiento **eléctrico**, éste implica la utilización de células fotovoltaicas, construidas con un material cristalino semiconductor, el silicio. Estas células están dispuestas en paneles que transforman la energía solar en energía eléctrica.

El desarrollo de estos sistemas está ligado, en origen, a la técnica de los satélites artificiales, debido a la fiabilidad de su funcionamiento y a su reducido peso.

Actualmente, existen dos formas de utilización de la energía fotovoltaica:

- Instalaciones en lugares aislados de la red pública. La producción eléctrica así obtenida se emplea para autoconsumo, en la propia instalación.

- Instalaciones que se conectan a la red eléctrica. La producción eléctrica obtenida con las células fotovoltaicas se inyecta a la red eléctrica pública.

En lo que respecta al aprovechamiento **térmico** de la energía solar, es éste el sistema más extendido. El modo para conseguir este aporte de temperatura se concreta a través de colectores.

El colector es una superficie que, expuesta a la radiación solar, permite absorber su calor y transmitirlo al fluido.

Existen tres técnicas diferentes, en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora:

- **Baja temperatura.**
  Captación directa. La temperatura del fluido está por debajo del punto de ebullición.

- **Media temperatura.**
  Captación de bajo índice de concentración. La temperatura del fluido es mayor a 100º C.

- **Alta temperatura.**
  Captación de alto índice de concentración. La temperatura del fluido es más de 300 grados centígrados.

Energía eólica

La energía eólica ya es utilizada en la antigüedad por buques y molinos. Se centra en la energía cinética del aire, por lo que la potencia que se obtiene es directamente proporcional al cubo del viento: Pequeñas variaciones de velocidad, dan lugar a grandes variaciones de potencia.

Existen dos tipos de instalaciones eólicas:

- **Aisladas**,
  para generar electricidad en lugares remotos, para autoconsumo. Estas instalaciones pueden ir combinadas con placas solares fotovoltaicas.

- **Parques eólicos**,
  que se instalan en las cumbres de las montañas, en las que la velocidad del viento es adecuada para la rentabilidad de las inversiones.

El desarrollo tecnológico actual, así como un mayor conocimiento de las condiciones del viento en las distintas zonas geográficas argentinas, está permitiendo la instalación de parques eólicos conectados a la red eléc trica.

El potencial eólico de nuestro país es uno de los mayores de todo el mundo. Se concentra, principalmente, en la Patagonia con una disponibilidad inagotable de recurso de alta calidad, con velocidades medias anuales que superan los 8 m/s. Se estima que este potencial eólico es de, aproximadamente, 300000 MW.

Su distribución hasta el año 2002, según la Secretaria de Energía de la Nación, es:

PROVINCIA	LUGAR	Año	N° de MAQUINAS	Potencia (kW)	MARCA Y MODELO	PROPIETARIO
CHUBUT	RADA TILLY	1996	1	400	MICON 750-400/100 kW	COAGUA
	COMODORO RIVADAVIA	1994	2	500	MICON M530-250/50 kW	PECORSA
		1997	8	6000	MICON 1500-750/150 kW	COOPERATIVA DE COMODORO RIVADAVIA
		2001	6	10560	GAMESA G-47	
SANTA CRUZ	PICO TRUNCADO	2001	2	1200	ENERCON E-40	MUNICIPALIDAD DE PICO TRUNCADO
		1995	3	300	VENTIS 20-100	
		1996	7	700	VENTIS 20-100	
BUENOS AIRES	TANDIL	1995	2	800	MICON 750-400/100 kW	CRETAL
	MAYOR BURATOVICH	1997	2	1200	AN BONUS M3	COOPERATIVA DE MAYOR BURATOVICH
	DARREGUEIRA	1997	2	800	MICON1500-750/150 kW	COOPERATIVA DE DARREGUEIRA
	PUNTA ALTA	1995	1	400	MICON M750-400/100 kW	COOPERATIVA ELÉCTRICA DE PUNTA ALTA
		1998	3	1800	AN BONUS M3	
	CLAROMECÓ	1998	1	750	MICON 1500-750/150 kW	COOPERATIVA ELÉCTRICA DE CLAROMECÓ
NEUQUÉN	CUTRAL-CO	1994	1	400	MICON M750-400/100 kW	COPELCO
LA PAMPA	GENERAL ACHA	2002	1	900	MICON NM52/900 kW	COSEGA

Fuente: Secretaría de Energía. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la República Argentina. 2002. CREE/ Centro Regional de Energía Eólica del Chubut.

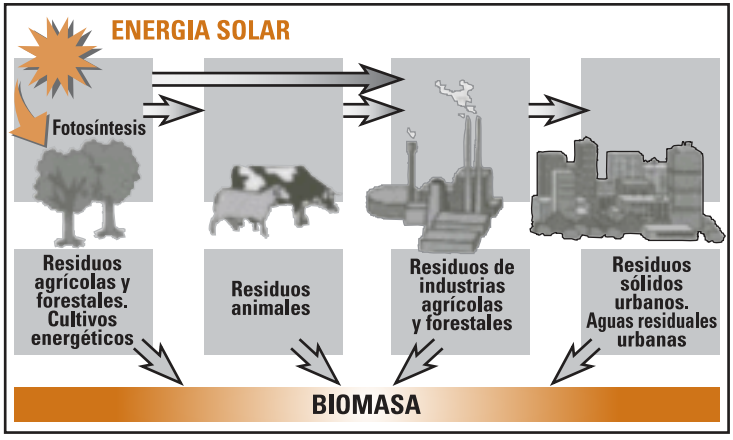
Los aerogeneradores constan de:

- **Soporte**. Es capaz de resistir el empuje del viento; sus cualidades de altura son tales que evitan las turbulencias que produce el suelo.
- **Sistema de captación o rotación**. Compuesto por un número de palas cuya misión es la transformación de energía cinética en eléctrica.
- **Sistema de orientación**. Mantiene el rotor cara al viento, según el dispositivo usado.
- **Sistema de regulación**. Controla la velocidad de rotación y el par motor en el eje del rotor, evitando fluctuaciones.
- **Sistema de transmisión**. Permite el acoplamiento entre el sistema de captación y el sistema de generación.
- **Sistema de generación**. Es el encargado de producir la energía eléctrica.

En la actualidad, existen dos modelos aerogeneradores: los de eje horizontal y los de eje vertical. Los primeros constan de una hélice o rotor acoplada a un conjunto soporte llamado góndola o navecilla (en donde están albergados el aerogenerador y la caja de engranajes), montados ambos sobre una torre metálica o de hormigón. Los de eje vertical presentan la ventaja de que, al tener colocado el generador en la base de la torre, implican menores tareas de mantenimiento; sin embargo, su rendimiento es inferior al de los de eje horizontal.

Energía biomasa

El término **biomasa**, en su acepción más amplia, incluye toda la materia viva existente en un instante de tiempo en la Tierra. La biomasa energética también se define como el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial.



Cualquier tipo de biomasa tiene en común con el resto, el hecho de provenir, en última instancia, de la fotosíntesis vegetal y de ser susceptible de utilizarse con fines energéticos.

Atendiendo a su origen, la biomasa está constituida por:

- residuos forestales o agrícolas,
- residuos sólidos urbanos,
- residuos animales,
- residuos de industrias agrícolas.

En cuanto a las perspectivas de aprovechamiento de la biomasa, es posible considerar:

- Aplicaciones domésticas e industriales, que pueden considerarse tradicionales o habituales, y que funcionan mediante la combustión directa de la biomasa.

- Aplicaciones vinculadas a la aparición de nuevos recursos y nuevas técnicas de transformación que, últimamente, han alcanzado un cierto grado de madurez. Entre las nuevas tecnologías disponibles puede citarse la gasificación de la biomasa, que permite utilizarla en centrales de cogeneración de ciclo combinado.

¿Dónde radica la condición de renovable de la biomasa?

La biomasa es una fuente renovable de energía porque su valor proviene del Sol. En el proceso de fotosíntesis, la clorofila de las plantas captura su energía y convierte el dióxido de carbono (CO_2) del aire y el agua del suelo en carbohidratos, para formar la materia orgánica. Cuando estos carbohidratos se queman, regresan a su forma de dióxido de carbono y agua, liberando la energía que contienen.

Los biocarburantes o biocombustibles son de origen vegetal –en muchos casos, de producciones industriales de biomasa para combustible– y constituyen una alternativa a los combustibles tradicionales en el área del transporte. Con esta denominación se agrupan:

- El **bioetanol**. Sus principales aplicaciones van dirigidas a la sustitución de la gasolina o a la fabricación de ETBE (Etil- ter-butil éter, aditivo oxigenado de elevado índice de octano que se incorpora a la gasolina). En el caso del etanol –y, en lo que se refiere a la producción de materia prima–, actualmente se obtiene de cultivos tradicionales como el del maíz y el girasol, que presentan un alto rendimiento en alcohol etílico. En el futuro, se apunta a obtener cultivos más baratos o variedades de los tradicionales, orientados a optimizar su uso en aplicaciones energéticas. La novedad tecnológica en los procesos de transformación surge de la aplicación de procesos de hidrólisis a productos lignocelulósicos, a través de los cuales se obtiene una materia prima barata en los procesos de fabricación de etanol

- El **biodiesel**. Su principal aplicación está dirigida a la sustitución de gasóleo.

En la actualidad, las tecnologías para la producción de biodiesel parten del uso de las variedades comunes de girasol y de colza, y, en un futuro, se apunta a incorporar variedades de éstos y a incluir nuevos productos agrícolas y aceites como materias primas. Su uso habitual es una mezcla con gasóleo, en proporciones inferiores al 50 %.

Otro producto de la biomasa es el **biogás**, que se obtiene por la acción de un determinado tipo de bacterias sobre los residuos biodegradables, a través procesos de fermentación anaeróbica.

Dentro de estos residuos biodegradables se engloban:

- los residuos ganaderos,

- los lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales,

- los residuos biodegradables de instalaciones de industrias como la cervecera, la azucarera, la conservera, la alcoholera, la de derivados lácteos, la oleícola, la alimentaria y la papelera,

- la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos.

Energía hidráulica

Ya desde la antigüedad se reconoce que el agua que fluye desde un nivel superior a otro inferior posee una determinada energía cinética susceptible de ser convertida en trabajo; esto lo demuestran los miles de molinos que, a lo largo de la historia, fueron cons-

truyéndose a orillas de los ríos.

Recientemente, se aprovecha la energía hidráulica para generar electricidad, tecnología que, de hecho, retoma una de las primeras formas que se utilizaron para producirla.

El aprovechamiento de la energía potencial del agua para producir energía eléctrica utilizable, constituye, en esencia, la energía hidroeléctrica. Es, por tanto, un recurso renovable y autóctono.

El conjunto de instalaciones e infraestructura para aprovechar este potencial se denomina **central hidroeléctrica**.

Existen dos grandes tipos de centrales hidroeléctricas:

- **Convencionales**. Aprovechan la energía potencial del agua retenida en una presa. Este aprovechamiento puede ser por derivación de agua o por acumulación de agua.

- **Bombeo**. Disponen de dos embalses situados a diferentes alturas. En las horas del día en que se registra una mayor demanda de energía eléctrica, la central opera como una central hidroeléctrica convencional. Durante las horas del día en las que la demanda es más baja, el agua almacenada en el embalse inferior puede ser bombeada al embalse superior para volver a realizar el ciclo productivo.

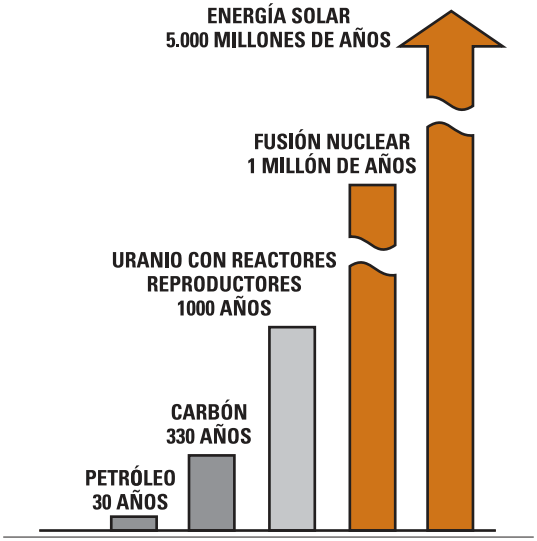
No es simple obtener datos estadísticos precisos sobre la integración de las energías renovables en nuestro país. De la lectura del balance energético de la Secretaría de Energía de la Nación, podemos observar que, en el año 2002, se consumieron 2503 ktep (1 ktep equivale a 1000 toneladas petróleo) en los rubros: carbón de leña, leña, bagazo y otros primarios (eólica, solar, geotérmica, etc.). Descontando el rubro "otros primarios", obtenemos que:

Se consumen 1063 ktep de energía proveniente de biomasa. Esto equivale a decir que se consumen 2.91 x 10^{-5} ktep por habitante[2].

ENERGÍAS RENOVABLES
CAPACIDAD INSTALADA EN ARGENTINA en M W

TECNOLOGÍA	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EÓLICA (GRANJAS)	11	14	19	69	79	89	99
EÓLICA (PEQUEÑAS)	0,6	2,1	3,6	5,1	6,6	8,1	9,6
FOTOVOLTAICA	2,6	3,6	6,3	9,5	12,8	16	19,3
BIOMASA	307	307	307	307	307	307	307
MINIHIDRÁULICA	40	42,7	45,4	48,1	50,8	53,5	56,2
TOTAL	361,2	369,4	381,3	438,7	456,2	473,6	491,1

Fuente: Secretaría de Energía. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la República Argentina.



[2] España, por ejemplo, en el año 2000, consumió 3792 ktep sólo de biomasa. Esto equivale a 9.28 x 10^{-5} ktep por habitante. Tres veces más que la República Argentina.

El gráfico muestra la duración que tendría cada fuente de energía, suponiendo que ella sola cubriese todas las necesidades energéticas de nuestra civilización y que dichas necesidades energéticas se mantuvieran al nivel actual de consumo.

Pero... la realidad nos dice que los niveles actuales de consumo energético no se mantienen: La población global, la producción industrial, el consumo de bienes y servicios son cada vez mayores a escala global, y cada uno de ellos implica el consumo de energía en todas sus formas.

El abastecimiento de la población mundial con energía, sin considerar el consumo de fuentes de energía fósiles, es una cuestión central en el desarrollo de acciones para un desarrollo sustentable. Como se constató en los preparativos para la *Cumbre Mundial para un Desarrollo Sustentable* de Johannesburgo, en 2002, son aproximadamente 2.5 mil millones de personas las que hoy no disponen de un sistema moderno de provisión de energía. Y se estima que el consumo mundial de energía aumentará al triple de su nivel, desde 2002 hasta el año 2050.

En este panorama, es bienvenido todo intento de aprovechar el contenido de energía de fuentes renovables, es decir, regenerativas.

Estas fuentes renovables son, particularmente, las plantas, que transforman el dióxido de carbono, junto al agua, a través de la radiación solar como proveedora de entalpía libre, en carbohidratos ricos en energía. De esta manera, permiten disponer de una fuente de energía que, desde la perspectiva actual, se percibe como inagotable.

La **termoquímica** es la parte de la termodinámica que estudia los cambios de calor que acompañan a las reacciones químicas.

Las funciones termodinámicas características son:

entalpía	$H = U + pV$
energía libre	$F = U - TS$
entalpía libre	$G = U + pV - TS$

U = energía, p = presión, V = volumen, S = entropía, T = temperatura

La energía libre, *F*, a veces se llama también función de Helmoltz, función de trabajo, energía utilizable o potencial termodinámico a volumen constante.

Igualmente, la entalpía libre, *G*, se llama energía libre, función de Gibbs, o potencial termodinámico a presión constante.

Puesto que estas funciones características se obtienen de la combinación de variables de funciones y de variables de estado, son ellas mismas funciones de estado. Además, son magnitudes extensivas y tienen dimensiones de energía.

Desde una perspectiva de política internacional respecto de la energía, los acuerdos de Kyoto hacen un llamamiento a la reducción de las emisiones de efecto invernadero. Y, justamente, el uso de biocombustibles para calefacción es una de las medidas más efectivas en su contribución a este objetivo; como ya hemos afirmado, los sistemas convencionales que utilizan combustibles fósiles –carbón, petróleo o gas– contribuyen al efecto invernadero y al calentamiento global del planeta.

El **Protocolo de Kyoto**, firmado el 10 de diciembre de 1997, es el compromiso formal de los países participantes en la Tercera Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático (COP3) respecto de reducir sus emisiones de gases con efecto invernadero para el período 2008- 2012, en un promedio del 5 %, teniendo como base el año 1990 para el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), y el año 1995 para los hidrofluorocarbonos (HFCS), los perfluorocarbonos (PFCS) y el hexafluoruro de azufre (SF_6) –para estos últimos, se toma otro año base, ya que en el 1990 prácticamente no se producían–.

Además, a través de este Protocolo, se acuerda la posibilidad de negociar las cuotas de emisión de dos formas:

- "comprando" la diferencia en financiamiento en otros países de proyectos de eficiencia energética o de fijación forestal de dióxido de carbono,
- "vendiendo" a los otros la porción no usada de su cuota.

El protocolo incluye un acuerdo conocido como *Mecanismo de Desarrollo Limpio*, a través del cual se intenta canalizar la asistencia a las naciones en desarrollo, para facilitarles un proceso de crecimiento menos contaminante que evite emisiones.

Este mecanismo –vinculado con la negociación de cuotas–comprende:

- La protección de bosques amenazados.
- El establecimiento de nuevos bosques como vertederos de carbono.

Es interesante acotar que este acuerdo se realiza entre los países industrializados pertenecientes a la economía de mercado del mundo: Comunidad Europea, Japón, Inglaterra, Rusia y Estados Unidos –nación, esta última, que aún no lo ha firmado, siendo una de las mayores emisoras de gases contaminantes del planeta–.

¿Qué proyectos puede desarrollar la Argentina en relación con el Protocolo de Kyoto? La Argentina, al igual que otros países en desarrollo, sólo puede participar del *Mecanismo de Desarrollo Limpio*, durante el primer período de compromiso (2008-2012). La sexta *Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático (COP6)* decidió excluir del MDL los proyectos de conservación de bosques, manejo sustentable de bosques y otras opciones de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y forestales (LULUCF) durante el primer período de compromiso. Entre las opciones excluidas se encuentran, también, el manejo de los suelos agrícolas y de las pasturas.

Por el momento, son opciones solamente los proyectos de forestación y reforestación:

- Captación de carbono a través de sumideros (proyectos de plantaciones forestales).
- Generación de energía por biomasa obtenida de plantaciones forestales, constituyendo una combinación de los sectores energía y LULUCF.

(Adaptado de Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Ministerio de Economía y Producción de la República Argentina. Bs. As. **www.sagpya.mecon.gov.ar**)

La biomasa como alternativa

Conocemos las barreras de información que dificultan el desarrollo de las energías renovables. Por este motivo, nos hemos propuesto poner nuestra mirada y la de nuestros alumnos en la eficiencia de la combustión de la biomasa para la obtención de energía.

Quemar biomasa no es algo que se nos haya ocurrido hoy; siempre se hizo, desde que el hombre descubre el fuego y comienza a calefaccionarse para hacer frente a los fríos y a cocinar los alimentos que antes comía crudos.

Los desafíos que hoy tenemos son muchos. Uno de ellos es que la biomasa sea considerada como una fuente de energía válida; otro, que su uso se desarrolle en un marco sostenible. Esto implica:

Que el recurso "biomasa" sea consumido eficientemente –para lo cual debemos pensar en nuevas maneras de uso– y en el marco de una planificación que nos permita contar con el recurso a lo largo del tiempo.

Dentro de las energías renovables, existen formas tradicionales –la energía eólica y la solar están más arraigadas culturalmente en las personas– y otras que deben ganar su espacio: No es casual que resulte dificultoso pensar que un árbol es renovable, si se piensa en renovaciones inmediatas y no en planificaciones a largo plazo.

Hablando de tradiciones... En nuestro país se utiliza la biomasa sin una base sostenible: Los 10 kg de leña de monte autóctono que se utilizan en un asado de domingo no tienen reemplazo; no hay una nueva producción biológica planificada para ese monte talado.

Porque, si bien la biomasa es una fuente de energía renovable, en nuestro país hay indicios de que podría ser no renovable, dada la deforestación que sufre el territorio. Y este daño no se debe a causas naturales sino a la decisión y a la mano del hombre: Árboles y arbustos molestan para el avance de los cultivos; parvas de desmonte son quemadas a cielo abierto porque parecen inútiles y a nadie le interesan como producto. (En cambio, en la zona sur de Río Negro que, en época invernal, no cuenta con los recursos energéticos para enfrentar el frío, se suple esa deficiencia proveyendo de más combustible líquido y de leña –piquillín y chañar– de los desmontes realizados al sur de la provincia de Buenos Aires y la Pampa; la "leña" es consumida, muchas veces, por el sector más pobre de nuestra comunidad para cocinar o calefaccionarse, consumiendo un volumen mayor que el que se necesitaría si este proceso se hiciera eficientemente.)

Actualmente, los procesos de conversión de los recursos energéticos sólo suplen el 3 % del consumo de energía primaria en países industrializados. Sin embargo, gran parte de la población rural de los países subdesarrollados –que representa cerca del 50 % de la población mundial– aún depende de la biomasa tradicional, principalmente de leña, como fuente de energía primaria. Ésta suple, aproximadamente, 35 % del consumo de

energía primaria en países subdesarrollados y alcanza un 14 % del total de la energía consumida en el nivel mundial.

Desde la prehistoria, la energía de la biomasa se obtiene por medio de la **combustión directa**, quemándola en hogueras a cielo abierto, en hornos y cocinas artesanales e, incluso, en calderas, convirtiéndola en calor para suplir las necesidades básicas de calefacción y cocción.

La realidad es que hoy todavía se utiliza de la misma manera y muchas personas dedican buena parte del día para la recolección de biomasa para transformarla en energía a través de una combustión directa.

Sin embargo, los avances tecnológicos actuales permiten convertir la biomasa en combustibles líquidos y gaseosos, a través de procesos termoquímicos y bioquímicos (biocarburantes, biogás), y, también, posibilitan obtener mayor poder calórico al realizar la combustión de cantidad de biomasa sólida seca.

Mientras tanto... ¿qué sucede a nuestro alrededor?

Sabemos que las fuentes más importantes de biomasa se encuentran en los bosques nativos e industriales, en los campos agrícolas y en las ciudades, pero:

- ¿Qué pasa con los desechos de la industrialización de la madera en el norte argentino o en la Patagonia?
- ¿Qué fin corren los desechos de las cosechas de cereales de las llanuras bonaerense y pampeana?
- ¿Qué sucede con las podas de los frutales de los valles productivos del país?
- ¿Qué sucede con los desechos orgánicos de cada ciudad donde vivimos?
- Nuestros bosques, ¿serán sostenibles o están condenados a desaparecer?

Y, ¿qué nos sucede a nosotros?

- ¿Desconocemos las posibilidades de mejorar nuestro planeta?
- ¿Desconocemos que mejorar nuestro planeta significa mejorar nuestra calidad de vida?
- ¿Desconocemos que la tecnología mejora nuestra calidad de vida?

Vivimos en una economía de orientación agrícola. El uso apropiado de la biomasa de origen agrícola es una alternativa para reducir costos de insumos energéticos y, también, para solucionar los problemas higiénico-ambientales que muchos desechos orgánicos presentan. No es descabellado pensar en comunidades rurales que pueden ser energéticamente autosuficientes a partir del uso racional de los residuos y administrando inteligentemente la biomasa de la región.

En nuestro país existen 25 millones de hectáreas de tierras cultivables, lo que genera un volumen hoy desconocido de residuos de cosechas, muchos de los cuales son utilizados para pastoreo o para base de siembra directa –en el caso de algunos cereales–. Así como es desconocido su volumen, también es desconocida su potencialidad como fuente de energía, para lo cual es necesaria una logística de recolección y almacenamiento, la que no es posible contando sólo con los equipos tradicionales existentes.

Una aplicación energética de la biomasa requiere desarrollos tecnológicos integrados; por ejemplo, para proveer un equipamiento

de compactación que dé como resultado briquetas de combustión con un porcentaje de humedad adecuado para ser empleadas en quemadores de biomasa con fines térmicos.

Hasta el momento hemos hecho referencia a que disponemos de biomasa en los residuos de las distintas actividades productivas –siempre y cuando este desecho sea orgánico, claro–. Pero, no es ésta la única alternativa de contar con el recurso. En la actualidad, muchos países de la Comunidad Europea en los que está más difundida su utilización, disponen de biomasa a partir de las llamadas plantaciones energéticas.

Las **plantaciones energéticas** constan de árboles o de plantas cultivados con el fin de producir energía. Por esto, incluyen especies de crecimiento rápido (en nuestro país, el álamo, el sauce mimbre, el sauce blanco, entre otras) y de bajo mantenimiento, las que se cultivan en tierras de poco valor productivo en las que, además, permiten controlar la erosión y la degradación de suelos. Los agricultores que se dediquen a la producción de estos cultivos tienen un ingreso económico permanente, ya que la generación de energía requiere de un suministro estable del recurso.

Argentina dispone de 20 millones de hectáreas aptas para forestación y sólo el 4 % es utilizado para este fin, lo cual nos hace pensar negativamente en la rentabilidad de los desechos de la industrialización de los bosques para fines energéticos, si este proceso no va acompañado por un cambio en las modalidades de explotación. Este cambio ayudaría, también, al desarrollo de tecnologías para la industrialización de los desechos, como puede ser el astillado, que facilitaría el transporte hasta los lugares de procesamiento final.

La **industrialización de la madera** extraída de los bosques genera muchos residuos; es, así, una de las más importante fuentes de biomasa.

De cada árbol extraído para su industrialización:

- sólo es aprovechado un 20 % para su comercialización;
- es habitual que un 40 % sea dejado en el campo (ramas y raíces) y que
- otro 40 % se pierda en forma de astillas, corteza y aserrín, producto de los cortes en los aserraderos (desechos de aserraderos).

Consideremos este ejemplo: En buena parte de la Patagonia se procesa álamo con, principalmente, dos fines: la obtención de tablas de medidas estándar para la construcción (encofrados) y la provisión de cajones para el embalaje de frutas. Cuando se tala el árbol en la chacra, allí se deja el primer desecho, el ramerío y las hojas. En el aserradero, se descarta la llamada cantonera y el aserrín (la cantonera es el desecho del primer corte que se realiza al tronco para conseguir una medida estándar para, luego, seguir con su procesamiento; está constituida por corteza y parte de tronco de dos metros de largo y de anchos variables; es utilizada por las personas de bajos recursos para calefacción, para cocinar en una quema directa o para construir casas precarias; en los hornos artesanales de ladrillos se usa, en una quema directa, para la cocción de los ladrillos; y, el aserrín, como

carga en el barro de moldeo de los ladrillos). También las industrias que producen bienes en madera generan un volumen importante de desechos; miles de pequeños retazos de madera y cientos de metros cúbicos de aserrín, utilizables como fuente de energía biomásica.

No sólo la industria maderera nos interesa como recurso biomásico. La industria en general produce una cantidad importantísima de residuos –los que, en su totalidad, sin ninguna excepción, deberían tener un tratamiento– y muchos de ellos son residuos orgánicos. A modo de reflexión: ¿Dónde van a parar todos los desechos de los mercados centrales de frutas y verduras? ¿Qué se hace con los desechos de las jugueras? Y, ¿con el desecho de los frigoríficos?

¿Se puede hacer algo con ellos? Sí, se puede.

Y, también, con los desechos urbanos.

El 80 % de toda la basura orgánica que es producida en una ciudad se puede transformar en energía. Partiendo de esta premisa, debemos pensar de qué forma rentable podemos obtener energía, ya que la basura es un problema aún no resuelto en nuestro país.

Las ciudades generan biomasa con los residuos alimenticios, el papel, el cartón, la madera y los residuos cloacales. Es sabido que muchas localidades no tienen resuelto su tratamiento –en el mejor de los casos, se los tapa con tierra–, por lo que conviven con problemas latentes de contaminación de suelos y cuencas –principalmente, debido a su inadecuada disposición y a inapropiados sistemas de recolección–.

> ¿Qué sucede con la poda estacional de los árboles de su ciudad? ¿Qué volumen se generó este año?
> Su municipio, ¿qué hace con la basura domiciliaria?

El estiércol de los animales puede ser utilizado, conjuntamente, con los residuos orgánicos urbanos y formar un volumen biomásico único.

Para evaluar la factibilidad técnica y económica de obtener energía de la biomasa, y determinar el proceso de conversión más adecuado, debemos tener en cuenta algunas de sus características:

Es posible clasificar la biomasa en:

- **Biomasa natural**. Es la que se produce espontáneamente en la naturaleza, sin ningún tipo de intervención humana. Los recursos generados en las podas naturales (caída de ramas muertas) de un bosque constituyen un ejemplo de este tipo de biomasa. Pero, la utilización de estos recursos requiere de la gestión de su adquisición y de su transporte hasta la empresa donde se realiza su procesamiento, lo que puede provocar que su uso sea económicamente inviable.
- **Biomasa residual seca**. Se incluyen en este grupo los subproductos sólidos no utilizados en las actividades agrícolas (paja de trigo, por ejemplo), en las forestales (desecho de aserraderos) y en los procesos de las industrias agroalimentarias (orujo de uva, cáscara de arroz y de frutas secas: cáscaras de nueces, almendras) y de transformación de la madera (industria del mueble), y que, por tanto, son considerados residuos. Éste es el grupo que, en la actualidad, presenta un mayor interés desde el punto de vista del aprovechamiento industrial.

- **Biomasa residual húmeda**. Está conformada por los vertidos denominados biodegradables: Las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos (principalmente, purines, deyecciones ganaderas –estiércol–).
- **Cultivos energéticos**. Son cultivos realizados con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Algunos ejemplos son el cardo –*cynara cardunculus*–, el girasol cuando se destina a la producción de biocarburantes, el miscanto, etc.
- **Biocarburantes**. Aunque su origen se encuentra en la transformación –tanto de la biomasa residual húmeda (por ejemplo, por reciclado de aceites) como de la biomasa residual seca rica en azúcares (trigo, maíz, etc.) o de los cultivos energéticos (colza, girasol, pataca, etc.)–, por sus especiales características y usos finales, este tipo de biomasa exige una clasificación distinta de las anteriores.

Energía de algunos recursos de biomasa residual seca

Producto	%H	PCI	%H	PCI	%H	PCI
Leñas y ramas	0	19.353	20	15.006	40	10.659
Aserrines y virutas	0	19.069	15	15.842	35	11.537
Orujo de oliva	0	18.839	15	15.800	35	11.746
Cáscara de almendra	0	18.559	10	16.469	15	15.424
Cortezas						
-Coníferas	0	19.437	20	15.257	40	11.077
-Frondosas	0	18.225	20	14.087	40	9.948
Poda de frutales	0	17.890	20	13.836	40	9.781
Paja de cereales	0	17.138	10	15.173	20	13.209
Vid						
-Sarmientos	0	17.765	2013.710		40	9.656
-Ramilla de uva	0	17.263	25	12.331	50	7.399
-Orujo de uva	0	18.894	25	13.543	50	8.193

H = humedad, PCI: Poder calorífico inferior (kJ/kg)

CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA

BIOMASA NATURAL			
BIOMASA RESIDUAL	**Biomasa residual seca**	Forestal	Tratamientos selvícolas
			Aprovechamientos maderables
		Agrícola	Cultivos herbáceos
			Podas de frutales
		Residuos de industrias agroalimentarias o de transformación de la madera	
	Biomasa residual húmeda	Aguas residuales urbanas	
		Residuos ganaderos	
		Residuos industriales biodegradables	
CULTIVOS ENERGÉTICOS	Destinados a la producción de calor		
	Destinados a la producción de biocarburantes		

Decíamos páginas atrás que, en muchas oportunidades, la biomasa se elimina porque entorpece las labores agrarias o ganaderas que la generan. Cuando esto ocurre, se está desperdiciando una fuente de energía importante. Basta recordar –considerando que, en término medio, un kilogramo de biomasa permite obtener 3.500 kcal y que un litro de combustible para un automotor tiene aproximadamente 10.000 kcal– que, por cada tres kilogramos de biomasa que desperdiciamos, se desaprovecha el equivalente a un litro de nafta.

Habitualmente, el contenido energético de la biomasa se mide en función del poder calorífico del recurso; aunque, en algunos casos –como el de la biomasa residual húmeda o de los biocarburantes– se determina en función del poder calorífico del producto energético obtenido en su tratamiento. Es decir, como no se puede llevar a cabo la combustión directa de la biomasa residual húmeda, su contenido energético puede determinarse en función del que posee el biogás obtenido en su digestión anaeróbica. La cantidad de biogás generado y su contenido energético dependen de las características del sustrato tratado y de la tecnología empleada.

Por estos motivos, es importante tener en cuenta:

- Composición química y física. Las características químicas y físicas de la biomasa determinan el tipo de combustible o subproducto energético que se puede generar. Por ejemplo, los desechos animales producen altas cantidades de metano, mientras que la madera puede producir el denominado "gas pobre", que es una mezcla rica en monóxido de carbono (CO). Por otro lado, las características físicas influyen en el tratamiento previo que es necesario aplicar.

- Contenido de humedad –HR–. El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida en un kilogramo de materia seca. Para la mayoría de los procesos de conversión energética, es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30 %. Muchas veces, los residuos salen del proceso productivo con un contenido de humedad muy superior, lo que obliga a implementar operaciones de acondicionamiento, antes de ingresarlos al proceso de conversión de energía.

- Porcentaje de cenizas. El porcentaje de cenizas indica la cantidad de materia sólida no combustible por kilogramo de material. En los procesos que incluyen la combustión de la biomasa, es importante conocer el porcentaje de generación de ceniza y su composición, pues, en algunos casos, ésta puede ser utilizada; por ejemplo, la ceniza de la cascarilla de arroz es un excelente aditivo en la mezcla de concreto (hormigón elaborado; canto rodado, arena, cemento y aditivos) o para la fabricación de filtros de carbón activado.

- Poder calórico. El contenido calórico por unidad de masa es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa. Su poder calórico está relacionado directamente con su contenido de humedad; un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión, debido a que una gran parte del

calor liberado se usa para evaporar el agua y no se aprovecha en la reducción química del material.

- **Densidad aparente**. Ésta se define como el peso por unidad de volumen del material en el estado físico que presenta, en condiciones dadas. Combustibles con alta densidad aparente favorecen la relación de energía por unidad de volumen, requiriendo menores tamaños de los equipos y aumentando los períodos entre cargas. Materiales con baja densidad aparente necesitan mayor volumen de almacenamiento y transporte, y, algunas veces, presentan problemas para fluir por gravedad, lo cual complica el proceso de combustión y eleva los costos del proceso.

- **Recolección, transporte y manejo**. Las condiciones para la recolección, el transporte y el manejo en planta de la biomasa son factores determinantes en la estructura de costos de inversión y operación, para todo proceso de conversión energética. Para lograr un nivel de operación del sistema por encima del punto de equilibrio, con relación al proceso convencional, deben analizarse detalladamente la ubicación del material con respecto a la planta de procesamiento y la distancia hasta el punto de utilización de la energía convertida.

Características físicas de los tipos de recursos de biomasa

Recursos de biomasa	Tipo de residuo	Características físicas
Forestales	Desechos de aserraderos: corteza, aserrín, astillas.	Polvo, sólido, HR > 50 %
	Restos de plantaciones.	Sólido, HR > 50 %
Agropecuarios	Cáscara y pulpas de frutas y vegetales.	Sólido, alto contenido HR
	Cáscara y polvo de granos secos (arroz, café).	Polvo, HR < 25 %
	Estiércol.	Sólido, alto contenido HR
	Residuos de cosechas: tallos, hojas, maleza, pasturas.	Sólido HR > 55 %
Industriales	Restos de carpintería: aserrín, trozos, astillas.	Polvo sólido, HR 30/ 45 %
	Pulpa y cáscara de frutas y vegetales.	Sólido HR moderada
	Res. Procesamiento de carnes.	Sólido, alto contenido HR
	Aguas de lavado y precocido de carnes y vegetales.	Líquido
	Grasas y aceites vegetales.	Líquido, grasoso
Urbanos	Aguas negras.	Líquido
	Desechos domésticos orgánicos.	Sólido alto contenido HR

Contenido energético de algunos recursos englobados con el término "Biomasa residual húmeda"

Sustrato	Litros gas a 30 ºC/ kg de residuo seco	Contenido en metano (%)	PCI (kcal/m^3N de biogás)
Estiércol con paja	286	75	6.100
Excrementos de vaca	237	80	6.500
Excrementos de cerdo	257	81	6.600
Agua residual urbana	100 (por m^3 de agua tratado)	65	5.300

Tipos de biomasa en función de sus componentes principales

Tipo	Hidratos de carbono		Ejemplos
Azucarada	Monosacáridos	Glucosa	Pulpa de frutas. Caña de azúcar, sorgo dulce y remolacha.
		Fructosa	
	Disacáridos	Sacarosa	
Amilácea	Polisacáridos	Inulina	Tubérculos de papa y rizomas de dalia, achicoria. Granos de cereal. Tubérculos de papa y rizomas de cassava –mandioca–.
		Almidón	
Lignocelulósica	Polisacáridos	Hemicelulosa	Maderas en general. Residuos lignocelulósicos.
		Celulosa	

Transformar y convertir la biomasa en energía

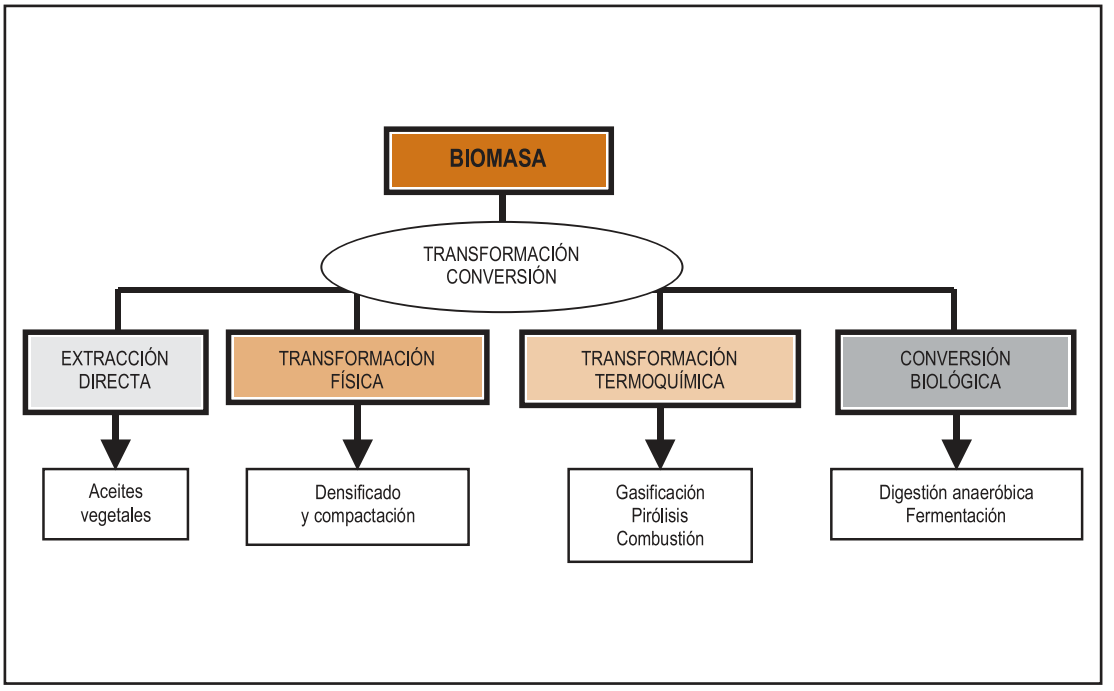
Son numerosos los intentos de transformar la biomasa en otras fuentes de energía aprovechables (combustión, pirólisis, fermentación); pero, con frecuencia, son limitados por aspectos económicos (gastos de transporte, secado y preparación) y ecológicos (emisiones de CO_2, causas del efecto invernadero).

Debido a que siempre se trata de reacciones térmicas y químicas muy complejas, en las que se genera una variedad de productos sólidos, líquidos y gaseiformes, y que éstos, a su vez, pueden reaccionar entre sí de múltiples maneras, es necesario resolver un gran número de problemas en el desarrollo tecnológico.

Por ejemplo:

- La entrada de la materia prima y su transporte dentro de la planta.
- El diseño del proceso de transferencia y de transporte de la energía térmica.
- La separación de productos secundarios e impurezas.
- La evitación de acumulaciones, sedimentos y obturaciones.
- El dominio de los aspectos de regulación para el control del proceso.

A menudo, la biomasa es convertida en formas derivadas, tales como carbón vegetal, briquetas, leña, gas, etanol y electricidad.



Entre las tecnologías de conversión encontramos desde procesos simples y tradicionales –como la producción de carbón vegetal en hogueras bajo tierra– hasta procesos de alta eficiencia como la reformación graduada de residuos biógenos.

La **reformación graduada de residuos biógenos** es un procedimiento para la transformación térmica de materias primas regenerativas y desechos biógenos en un gas rico en hidrógeno, con el propósito de obtener energía eléctrica. Inicialmente, las sustancias utilizadas se descomponen térmicamente; después, se reforma el gas generado con vapor sobrecalentado y se limpia la mezcla de gas producida. En la transformación de biomasa vegetal (corte verde) se obtiene un gas pobre en dióxido de carbono y nitrógeno con un contenido energético de 13 MJ/m^3 –Mega Joules por metro cúbico normal–. (Verwertungstechnologien. "The Staged Reforming Process. Energy and Hydrogen by converting bio-mass and fossil wastes".**www.dm1-2.de**)

En general, podemos destacar tres categorías de conversión:

a. Procesos de combustión directa

b. Procesos termoquímicos

c. Procesos bioquímicos

a. Procesos de combustión directa

Extraer energía de la biomasa de esta manera, es la forma más antigua y difundida, hasta nuestros días.

Esta combustión es aplicada, principalmente, para generar calor, el cual es utilizado de modo directo –por ejemplo, para la cocción de alimentos o para el secado de productos agrícolas–. Pero, además, para aprovechar en la producción del vapor necesario en procesos industriales y en electricidad.

Las tecnologías de combustión directa incluyen desde sistemas simples –como estufas, hornos y calderas– hasta otros más avanzados –como la combustión por lecho fluidizado–.

Los quemadores de **lecho fluidizado** tienen un lecho de arena, alúmina o carbonato de calcio que se mezcla con las sustancias a quemar, las que son forzadas a través de los lechos mediante inyección con aire. Esto permite un buen mezclado con el exceso de aire, alcanzándose temperaturas de alrededor de 850 °C. Los gases de combustión pasan, luego, a una segunda cámara, para completar el proceso de combustión. El proceso de combustión se lleva a cabo quemando el combustible en el seno de un sólido inerte (cenizas de combustión) que se mantiene suspendido en el propio aire de combustión, formando un lecho fluidizado con velocidades de gases desde 0,8 m/s hasta 6 m/s (circulante). Este sistema permite introducir cambiadores de calor para enfriar el lecho y mantenerlo a la temperatura deseada (850 ºC). Los principales componentes de estas instalaciones son: la cámara de combustión de 200–300 mm de diámetro interno y alturas de 3000 a 6500 mm, ciclones y ramas de retorno, sistemas de limpieza y enfriamiento de gases, sistemas de alimentación de combustible y absorbente constituidos por dosificadores volumétricos, sistemas de alimentación de aire de combustión y precalentadores de hasta 500 ºC.

Los procesos de combustión tradicionales no siempre son eficaces: Mucha de la energía liberada se desperdicia y, cuando no se realiza en condiciones controladas, la operación puede causar contaminación.

Una manera de mejorar los resultados consiste en implementar un diseño adecuado del equipo y en controlar las prácticas de operación. Por ejemplo, secar la biomasa antes de utilizarla en un quemador/estufa reduce la cantidad de energía perdida por la evaporación del agua; y, para procesos industriales, usar pequeños pedazos de leña y atender continuamente el fuego supliendo pequeñas cantidades, permite una combustión completa y, en consecuencia, una mayor eficiencia. Asimismo, equipos como los hornos se pueden mejorar con la regulación de la entrada del aire –para lograr una combustión completa– y con un aislamiento tal que minimice las pérdidas de calor.

La **densificación** refiere al proceso de compactar la biomasa en briquetas, para facilitar su utilización, almacenamiento y transporte. Las *briquetas* permiten usos domésticos, comerciales e industriales. La materia prima puede ser aserrín, desechos agrícolas y partículas de carbón vegetal, que se compacta bajo presión alta.

El uso de la leña (*dendroenergía:* dendro= *Gr.* Árbol, energía de origen leñoso) es muy difundido en nuestro país, en quema directa; pero, no tanto, en *pellet*, briquetas, astillas u otros biocombustibles, debido a la ausencia de tecnologías adecuadas para tal fin.

En la Argentina se usan estufas que utilizan a la leña como biocombustible; pero, desconocemos si el mercado cuenta con estufas para ser usadas con estos nuevos biocombustibles que, en otros países, han influido en el rendimiento, en la disminución de emisiones y en el confort.

También la tecnología de las calderas de biomasa ha hecho enormes progresos en la última década... fuera de nuestro país. A través de su uso, las emisiones han sido reducidas considerablemente y los rendimientos han alcanzado el mismo nivel que las calderas de gasoil o de gas.

En la Argentina, la disponibilidad de los biocombustibles es relativa, por:

- la deforestación que sufrimos,
- como producto de la deforestación, no obtenemos la captación de CO_2 necesaria para establecer equilibrio con los gases emitidos en la combustión –esto, pensando en su uso sostenible–.

Pero, podemos disponer de una biomasa abundante en el futuro (Recordemos que sólo se aprovecha el 4 % de la superficie apta para forestación).

En la Argentina, el desarrollo de quemadores de biomasa eficientes para uso cotidiano, dependerá del volumen de biomasa disponible, procedente de la industria agroforestal local que produzca biomasa residual o de residuos de cultivos agrícolas. Necesariamente, para el uso diario, deberá contarse con otros productos biocombustibles como, por ejemplo, los *pellet,* con una alta densidad energética tal que permite transportarlos a grandes distancias. Todo, en función de cambios culturales, toma de conciencia del problema energético y confiabilidad de las nuevas tecnologías.

b. Procesos termoquímicos

Estos procesos obtienen un mejor producto –con una densidad y un valor calorífico mayor– a partir de la biomasa.

Esto se logra quemando la biomasa en condiciones controladas, sin hacerlo completamente. Según la tecnología empleada, la estructura de la biomasa se rompe en compuestos gaseosos, líquidos y sólidos que pueden ser usados como combustible para generar calor y electricidad.

El proceso básico se llama **pirólisis o carbonización**, e implica:

- **Producción de carbón vegetal**. Es la forma más común de la conversión termoquímica de temperatura mediana. La biomasa se quema con poco aire, lo cual impide que la combustión sea completa. El residuo sólido de esa combustión se usa como carbón vegetal, que tiene mayor densidad energética que la biomasa original, que no produce humo y que es ideal para uso doméstico.

  Generalmente, este carbón es producido desde la madera.

  La forma más antigua y, probablemente, aún la más empleada para producirlo, es a través de un horno de tierra –excavación en el terreno en la que se coloca la biomasa cubierta con tierra y vegetación, para prevenir la combustión completa– o de un horno de mampostería –construido con tierra, arcilla y ladrillo–. Los hornos modernos, las retortas, son de acero; su diseño y operación son complejos, lo que incrementa los costos de inversión en comparación con los tradicionales, pero eleva su eficiencia y capacidad de producción, así como la calidad del producto.

- **Gasificación**. Tipo de pirólisis en la que se utiliza una mayor proporción de oxígeno a mayores temperaturas, con el objetivo de optimizar la producción del llamado "gas pobre", constituido por una mezcla de monóxido de carbono, hidrógeno y metano, con proporciones menores de dióxido de carbono y nitrógeno.

  Se utiliza para generar calor y electricidad, y se puede aplicar en equipos convencionales. La composición y el valor calorífico del gas dependen de la biomasa utilizada.

  Las diferentes tecnologías de gasificación existentes se desarrollan en función de la materia prima utilizada y de la aplicación del gasificador.

  Hablemos de ventajas:

  > el gas producido es más versátil y se puede usar para los mismos propósitos que el gas natural;

  > puede quemarse para producir calor y vapor, y puede alimentar motores de combustión interna y turbinas de gas, para generar electricidad;

  > produce un combustible relativamente libre de impurezas y causa menores problemas de contaminación al quemarse.

c. Procesos bioquímicos

Se basan en las características bioquímicas de la biomasa y en la acción metabólica de organismos microbiales para producir combustibles gaseosos y líquidos.

Estos procesos son los aconsejados para la conversión de biomasa húmeda. Los más importantes son:

- **Digestión anaeróbica**. La digestión de biomasa humedecida por bacterias en un ambiente sin oxígeno (anaeróbico) produce un gas combustible llamado biogás. En el proceso, se coloca la biomasa (generalmente, desechos de animales) en un contenedor cerrado, el digestor, y allí se deja fermentar; después de unos días –dependiendo de la temperatura del ambiente–, se habrá producido un gas, una mezcla de metano y dióxido de carbono. La materia residual dentro del digestor es utilizada, luego, como fertilizante orgánico. Los digestores han tomado importancia en China e India para usos domésticos, en sustitución de la leña. También se pueden utilizar las aguas negras como materia prima, lo cual sirve, además, como modo de tratamiento de esa misma agua.

- **Combustibles alcohólicos**. A partir de la biomasa –ya se lo presentábamos páginas atrás– se pueden producir combustibles líquidos como etanol y metanol; el primero, por medio de la fermentación de azúcares; el segundo, por la destilación destructiva de madera. Esta tecnología se ha utilizado durante siglos para la producción de licores y, más recientemente, para generar sustitutos de combustibles fósiles. Estos combustibles se pueden utilizar en forma pura o mezclados con otros, para transporte y para propulsión de máquinas.

- **Biodiesel**. A diferencia del etanol, que es un alcohol, el biodiesel se compone de ácidos grasos y ésteres alcalinos, obtenidos de aceites vegetales, grasa animal y grasas recicladas. A partir de un proceso llamado transesterificación, los aceites derivados orgánicamente se combinan con alcohol (etanol o metanol) y se alteran químicamente para formar ésteres grasos como el etil o metilo éster. Éstos pueden ser mezclados con diesel o usados directamente como combustibles en motores comunes. El biodiesel es utilizado, típicamente, como aditivo del diesel en proporción del 20 %, aunque otras cantidades también sirven, dependiendo del costo del combustible base y de los beneficios esperados. Su gran ventaja es reducir considerablemente las emisiones, el humo negro y el olor.

- **Gas de rellenos con basura urbana**. Se puede producir un gas combustible de la fermentación de los desechos sólidos urbanos en los rellenos sanitarios (basureros a cielo abierto). Este gas es una mezcla de metano y dióxido de carbono. La fermentación de los desechos y la producción de gas es un proceso natural y común en los rellenos sanitarios; sin embargo, no siempre es aprovechado. Además de producir energía, su explotación y utilización reduce la contaminación y el riesgo de explosiones en estos lugares, y disminuye la cantidad de gases de efecto invernadero.

Actualmente, la combustión directa es el proceso más aplicado para usos energéticos de la biomasa.

Procesos avanzados como la gasificación y la digestión anaeróbica han sido desarrollados como alternativas más eficientes y convenientes, y para facilitar el uso de la biomasa con equipos modernos. Sin embargo, hasta la fecha, la aplicación de estos procesos no es tan común, por tener un costo más alto y cierta complejidad en su aplicación.

La puesta en marcha de un proyecto de calefacción con biomasa no es fácil. La instalación no es corriente y requiere un importante esfuerzo de comunicación. Sin embargo, también es un ejercicio gratificante, porque es la vía para que muchas personas dispongan de estos sistemas. Ser pioneros es este campo será una recompensa en el futuro.

Resumamos.

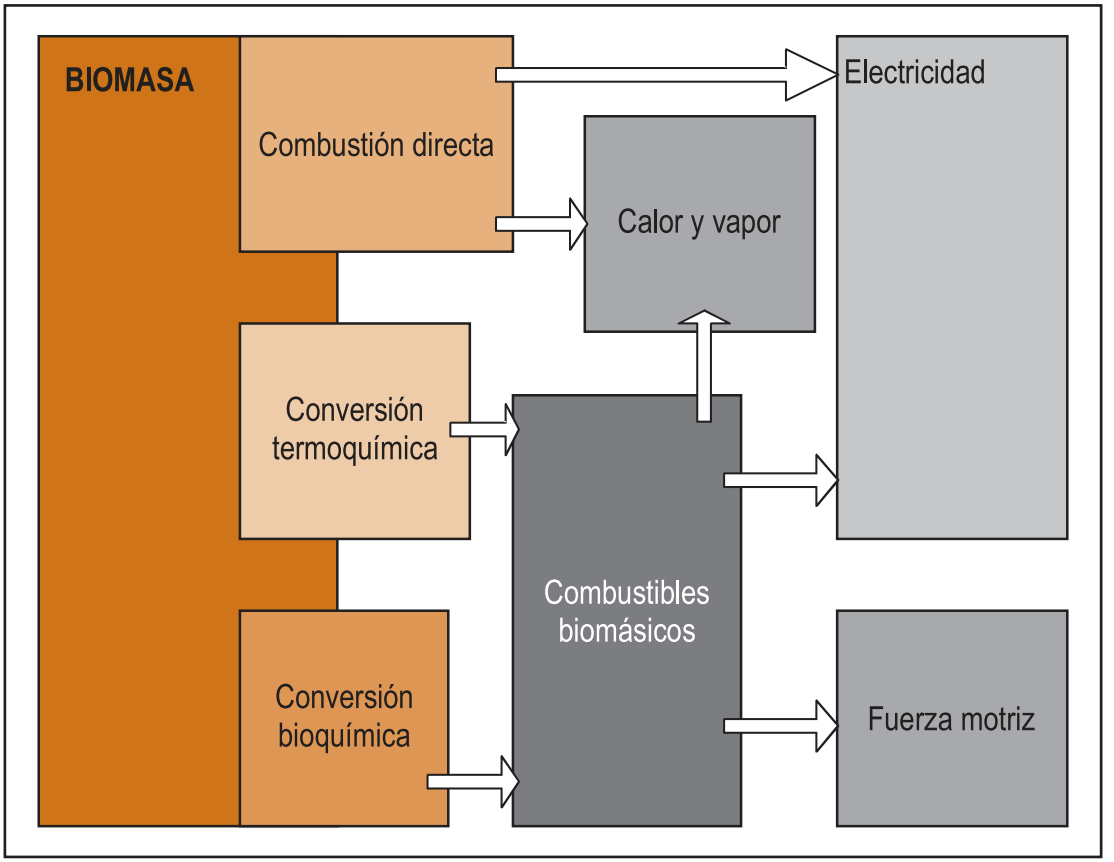
De la conversión de biomasa podemos obtener combustibles o, directamente, energía; básicamente, calor y vapor, electricidad y fuerza motriz.

Analicemos estos productos:

- **Calor y vapor**. Se obtienen de la combustión de biomasa o biogás. El calor se aplica en calefacción y cocción, o puede ser un subproducto de la generación de electricidad en ciclos combinados de electricidad y vapor. La electricidad generada a partir de los recursos biomásicos es comercializada como **energía verde**, pues no contribuye al efecto invernadero –sus emisiones de dióxido de carbono (CO_2) están en equilibrio–; este tipo de energía ofrece nuevas opciones al mercado, ya que su estructura de costos permite a los usuarios soportar mayores niveles de inversión en tecnologías eficientes, lo cual incrementa la industria bioenergética. Como vemos, a la producción de calor y vapor se asocia la producción de energía eléctrica –en este caso, se denomina de *cogeneración*, y se refiere a la producción simultánea de vapor y electricidad– la cual se aplica en muchos procesos industriales que requieren las dos formas de energía. En Argentina, este proceso es claramente viable en los ingenios de azúcar, los cuales aprovechan los desechos del proceso, principalmente el bagazo.

- **Combustible gaseoso**. El biogás producido en procesos de digestión anaeróbica o gasificación es usado en motores de combustión interna para generación eléctrica, para calefacción y acondicionamiento en el sector doméstico, comercial e institucional, y en vehículos modificados.

- **Biocombustibles**. La producción de biocombustibles –como el etanol y el biodiesel– tiene potencial para reemplazar cantidades significativas de combustibles fósiles, en muchas aplicaciones de transporte. El uso extensivo de etanol en Brasil ha demostrado, durante más de 20 años, que los biocombustibles son técnicamente factibles a gran escala. En los Estados Unidos y Europa, su producción está incrementándose y se comercializan mezclados con derivados del petróleo –por ejemplo, la mezcla denominada E20, constituida 20 % de etanol y 80 % de petróleo, resulta aplicable en la mayoría de los motores de ignición–. Actualmente, este tipo de combustible es subsidiado por los gobiernos; pero, en el futuro, con el incremento en los cultivos energéticos y las economías de escala, la reducción de costos puede hacer competitiva su producción.



Biomasa. Conversión y energías

Analicemos, finalmente, la composición química de la biomasa.

La biomasa consiste, principalmente, en carbono y oxígeno. También contiene hidrógeno, un poco de nitrógeno, azufre, ceniza y agua, dependiendo de su humedad relativa.

Cuando la biomasa se quema, se efectúa una reacción química que combina su carbono con oxígeno del ambiente, formándose dióxido de carbono (CO_2) y combinando el hidrógeno con oxígeno, para componer vapor de agua.

Cuando la combustión es completa –o sea, cuando la biomasa se quema totalmente–, el carbón se transforma en CO_2. Ese CO_2 eliminado es el mismo que capturó la biomasa en su crecimiento; en términos netos, no se agrega CO_2 a la atmósfera.

No obstante, cuando se produce una combustión incompleta, se forman monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC, por ejemplo el metano), N_2O y otros materiales. Éstos sí pueden generar impactos serios en la salud de los usuarios. También son gases de efecto invernadero, por lo que se debe minimizar su formación.

Existen dos razones por las cuales la combustión de biomasa puede resultar incompleta:

- Cuando la entrada de aire no es adecuada, pues no hay suficiente oxígeno disponible para transformar todo el carbono en CO_2. Esto puede ser causado por el diseño inadecuado del equipo, la falta de ventilación y la sobrecarga con el combustible.

- Cuando la biomasa tiene una humedad alta –está demasiado mojada– y la temperatura de combustión no es suficientemente elevada como para completar las reacciones químicas.

El hombre está tomando conciencia de que, por primera vez en la larga historia de su presencia en la Tierra, su actividad está produciendo cambios que pueden resultar catastróficos para su propia supervivencia.

La biosfera está reaccionando negativamente al modelo de producción y consumo de energía, con un **cambio climático** cuyas consecuencias sólo empezamos a notar muy difícilmente: La temperatura del planeta se ha incrementado entre los 0.3 °C y 0.6 °C desde 1900 –la década de los '90 ha sido la más calurosa del siglo–, el nivel del mar ha crecido entre 10 y 25 centímetros en los últimos cien años, y se ha reducido la superficie de los hielos continentales y oceánicos durante este siglo. Son cambios evidentes, la mayoría de cuyas causas puede atribuirse a la emisión de los gases de efecto invernadero y de aerosoles, por la actividad humana.

La actividad humana produce emisiones de gases como el dióxido de carbono, el metano y el óxido de nitrógeno que, al concentrarse en la atmósfera, provocan el efecto invernadero. La quema de combustibles fósiles con fines energéticos constituye la primera causa de este efecto.

La quema de biomasa produce dióxido de carbono; esta emisión debería ser la cantidad de dióxido de carbono que se presupone que la biomasa vegetal en crecimiento está absorbiendo en el proceso de fotosíntesis. Supongamos que durante el año se quemaron 10 mil toneladas de biomasa; esta combustión emitió "X" CO_2; entonces, para que se considere ecológicamente neutra –es decir, para que no contribuya al efecto invernadero–, debemos tener en crecimiento la suficiente biomasa de origen vegetal como para que absorba el mismo "X" CO_2, emitido en la combustión. Pero, este equilibrio suele ser pasado por alto; principalmente, en los países en desarrollo.

Los residuos radiactivos plantean graves problemas de seguridad durante más de 200.000 años. Al respecto, la comunidad científica internacional coincide en señalar que es necesario realizar un cambio para buscar la mayor eficiencia energética y para lograr un modelo energético que no se base en los combustibles fósiles.

El cambio climático no es el único de los grandes problemas que causa la utilización masiva de los combustibles fósiles en el actual modelo energético.

El petróleo, el gas y el carbón son recursos limitados y no distribuidos equitativamente

por el planeta. Con el actual modelo energético, las nuevas generaciones sufrirán el agotamiento de estas fuentes, comprometiendo el desarrollo de la humanidad.

La evolución de las emisiones de CO_2 hasta el momento, arroja datos preocupantes que reclaman una política de acción global e inmediata, lo que exige la ratificación unánime del Protocolo de Kyoto.

Las emisiones de CO_2 fósil durante el 2000 han aumentado en un 7,6 % respecto a las del 1990, año de referencia del Protocolo. Estados Unidos, país no firmante del acuerdo, continuó siendo el mayor emisor de CO_2 del mundo, con el 26 %, seguido del conjunto de 15 países de la Unión Europea. Entre ambos dan cuenta del 40 % de los vertidos de CO_2 a la atmósfera durante el año 2003.

Según un reciente informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente –AEMA– en el que se ha desarrollado un seguimiento de las emisiones de los seis gases de efecto invernadero, España ha sido el país de la Unión Europea que más ha incrementado sus emisiones de este tipo de gases en el periodo 1990-1999 y es el que se encuentra a más distancia de los objetivos de Kyoto.

Otro estudio, realizado por la Universidad Autónoma de Barcelona y el Centro Superior de Investigaciones Científicas –CSIC–, informa que el calentamiento de nuestro planeta está alterando las estaciones del año –en especial, la primavera; que, en la actualidad es entre 12 y 18 días más larga que hace veinte años–.

Por último, el calentamiento global ha alterado fenómenos biológicos relacionados con las estaciones. Es el caso del crecimiento de las plantas; la floración de las especies vegetales; la caída de las hojas de los árboles caducifolios o las migraciones de los animales –en especial, aves–.

3. Hacia una resolución

El quemador de biomasa

Encaramos con los alumnos una práctica de carácter constructivo; el producto es el equipo **Quemador de biomasa**.

Lo definimos así porque tenemos como objetivo quemar biomasa de origen vegetal en él, con un fin determinado.

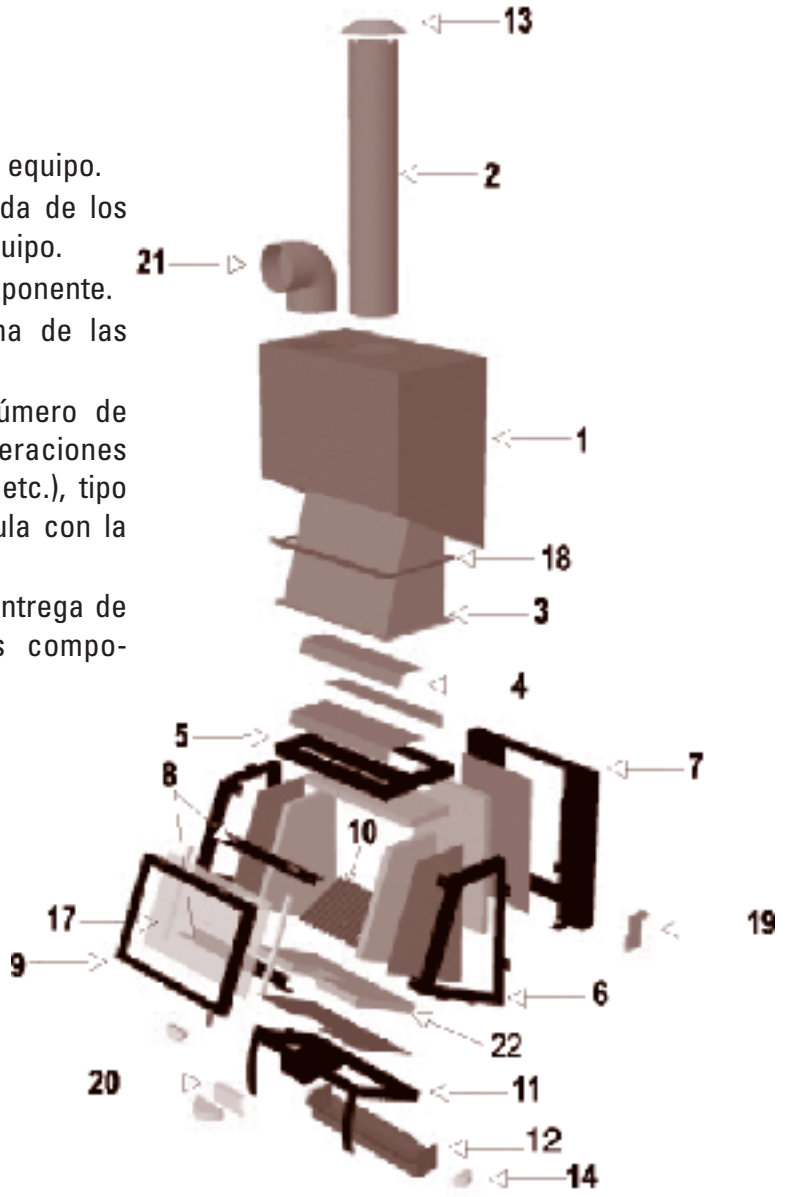
El quemador de biomasa está compuesto por una cámara de combustión revestida con material refractario; allí realizamos la combustión primaria y la secundaria, ambas ayudadas por los conductos que toman aire del exterior: uno al frente (aire primario) y otros en los laterales (aire secundario).

Completada la combustión por exceso de aire, los resultados de la reacción (alta temperatura) pasan al pulmón con un interior de laberinto simple (aletas). En él se trata de contener todo este calor por un determinado tiempo, para que se transfiera a la campana colectora, con el fin de que no se nos escape por la chimenea.

La combustión completa nos permite aprovechar las calorías que la biomasa nos brinda y garantizar que, en los gases de escape, sólo encontremos dióxido de carbono.

Los alumnos cuentan con toda la documentación técnica del equipo, y de cada una de sus partes y piezas:

- Vistas generales del equipo.
- Perspectiva explotada de los componentes del equipo.
- Planos de cada componente.
- Planos de cada una de las piezas.
- Planilla técnica. Número de pieza, material, operaciones (corte, agujereado, etc.), tipo de vínculo, se vincula con la pieza, etc.
- Cronograma de la entrega de las piezas, de los componentes y del equipo.



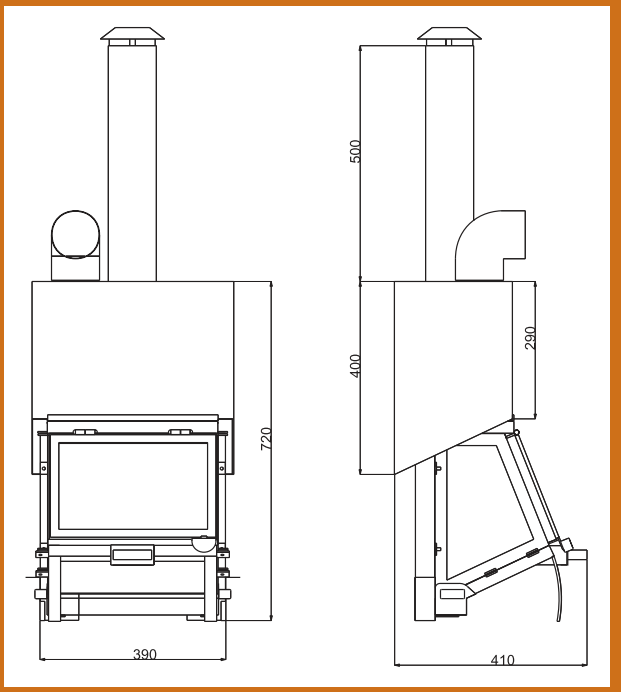
EXPLOTADA

Numeración de las piezas

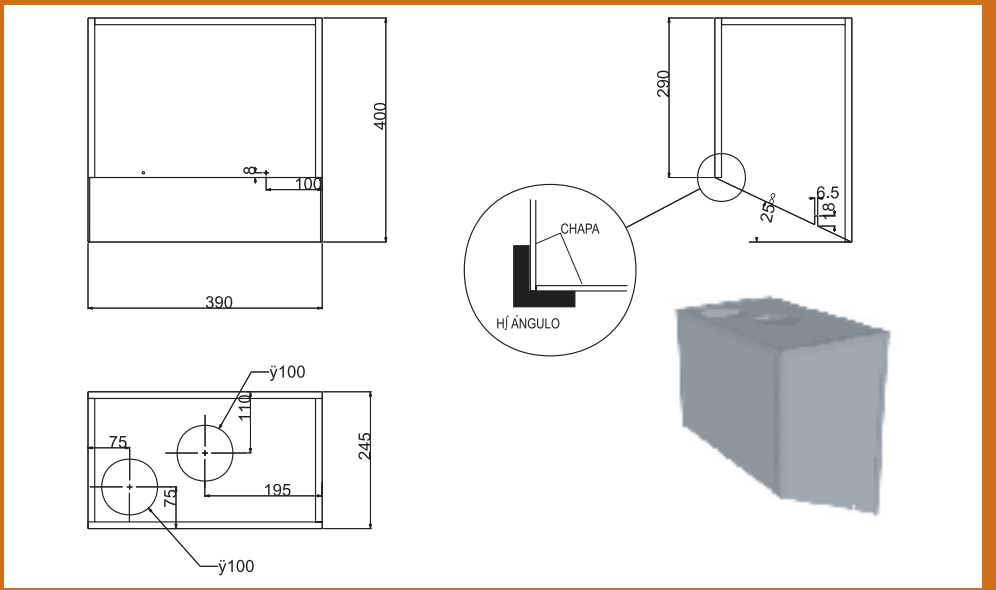
Nº	Nombre	Material	Cantidad
1	Colector	Chapa Nº 20	0,5 m^2
2	Caño chimenea	Zinc 4"	1 m
3	Pulmón	Chapa Nº 20	0,26 m^2
4	Aletas	Chapa Nº 20	0,032 m^2
5	Tapa	Hierro ángulo 1"x 1/8	1,50 m
		Ladrillo refractario	1 1/2
6	Laterales	Hierro ángulo 1"x 1/8	99 cm
		Chapa Nº 18	0,015 m^2
		Ladrillo refractario	3
7	Fondo	Caño estructural 40 x 80 mm	80 cm
		Hierro ángulo 1"x 1/8	43 cm
		Planchuela 5/8"x 1/8	66 cm
		Planchuela 1/2"x 1/8	22 cm
		Planchuela 1"x 1/8	16 cm
		Chapa Nº 18	0,066 m^2
		Ladrillo refractario	3
		Tornillos c/ tuerca 1/4-3/4	4
8	Marco	Hierro ángulo 1"x 1/8	64 cm
9	Puerta	Hierro ángulo 1"x 1/8	1,04 m
		Bisagras	2
		Ladrillo refractario	1 1/2
10	Parrilla	Planchuela 1"x 1/8	29 cm
		Planchuela 5/8"x 1/8	29 cm
		Hierro cuadrado 5/8"	2,10 m
11	Base	Hierro ángulo 1"x 1/8	106 cm
		Caño estructural 40 x 80 mm	12 cm
		Planchuela 5/8"x 3/8	35 cm
		Ladrillo refractario	4
		Chapa Nº 18	0,06 m^2
12	Cenicero	Chapa Nº 20	0,065 m^2
13	Sombrero chimenea	Zinc 4"	1
14	Manija	Madera (listón 2"x 1")	30 cm
15	Tornillos con tuerca	1/4 x 3/4	6
16	Tornillos parker	8 x 5/8	12
17	Visor	Vidrio térmico[1]	22 x 32 cm
18	Arandela pulmón	Planchuela 1/2"	90 cm
		Ángulo 5/8	33 cm
19	Tapa aire secundario	Chapa Nº 20	84 cm^2
20	Tapa aire primario	Chapa Nº 20	63 cm^2
21	Codo	Zinc 4"	1
22	Refractarios	Revestimiento refractario 22 x 11 x 2 cm	15

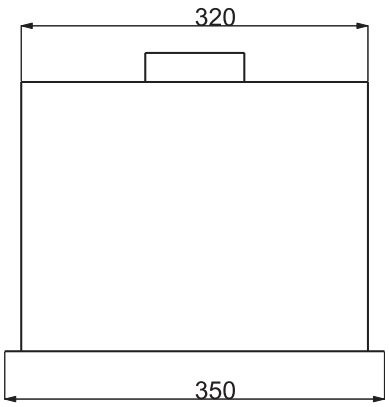
[1] La posibilidad de adquirir un vidrio térmico está limitada por la cercanía a las fábricas y por su costo. Una alternativa válida es adaptar una vajilla de vidrio apta para cocinar al horno.

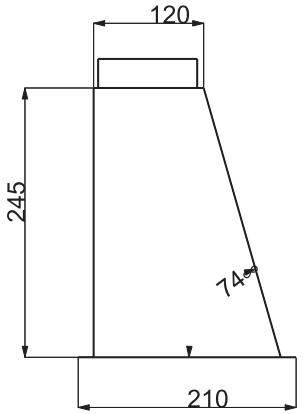
VISTAS GENERALES

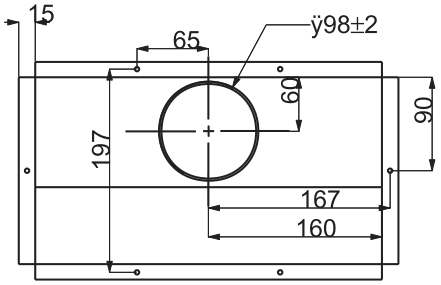


PLANO COLECTOR

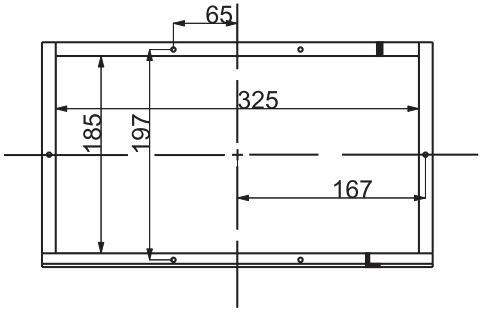


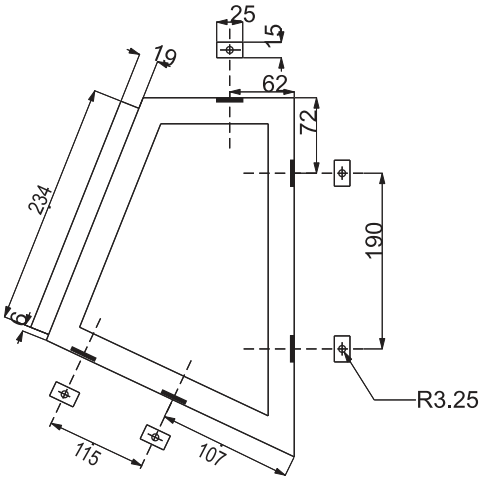


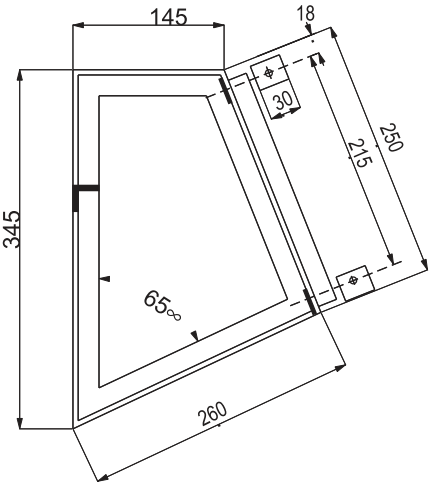




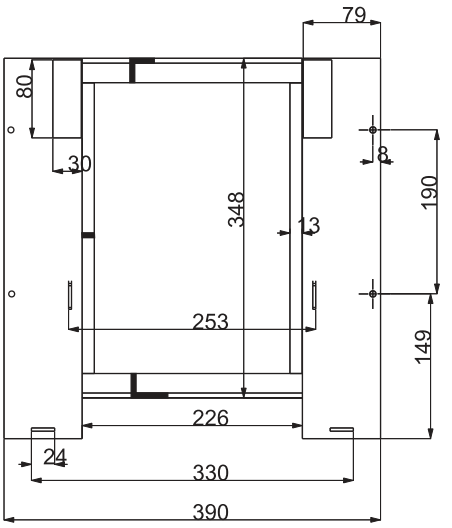
PLANO PULMÓN

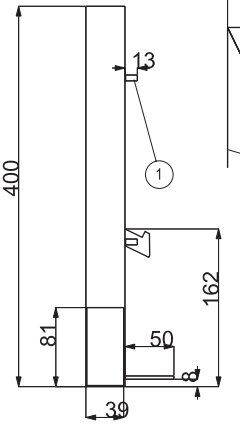


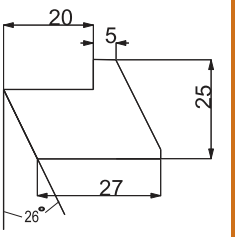




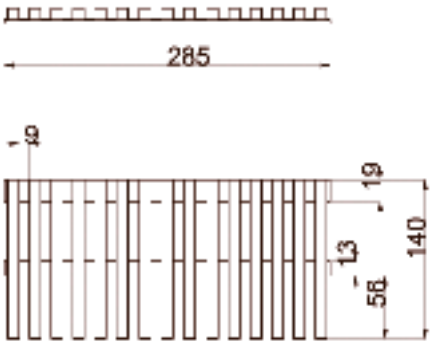
PLANO LATERAL

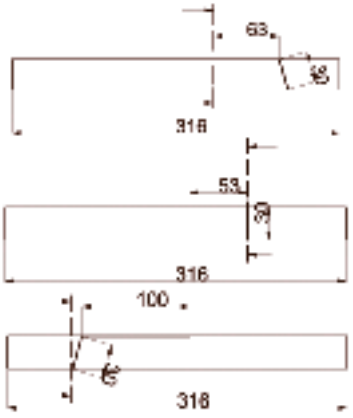




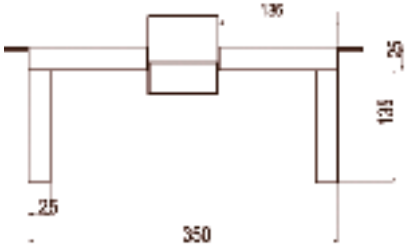


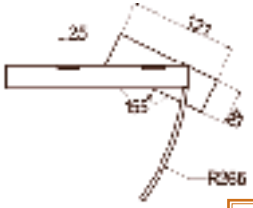
PLANO FONDO



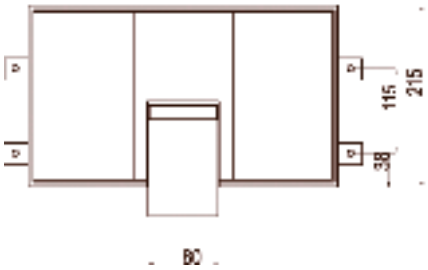


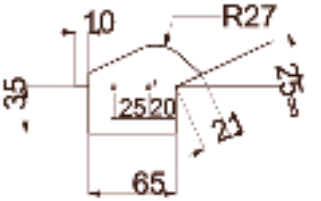
PLANO PARRILLA



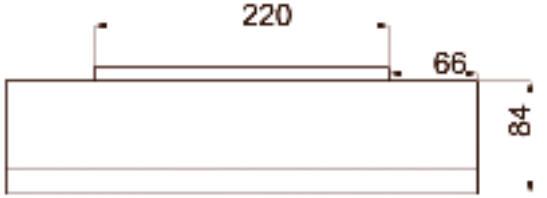


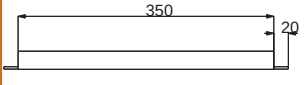
PLANO BASE

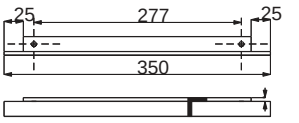


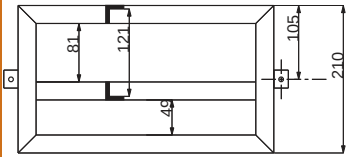


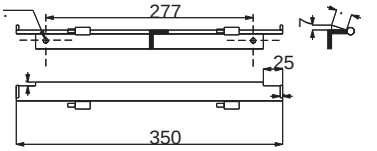
PLANO CENICERO

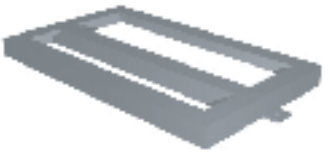




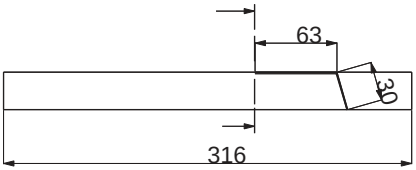


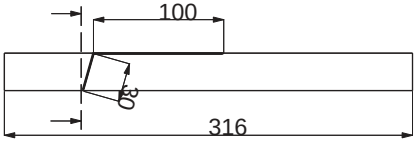


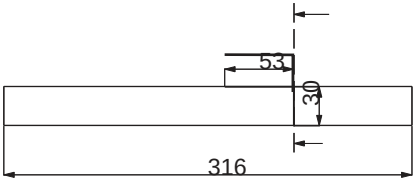




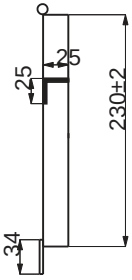
PLANO TAPA

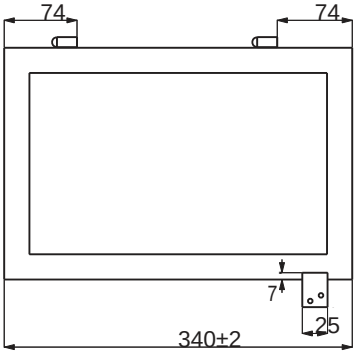




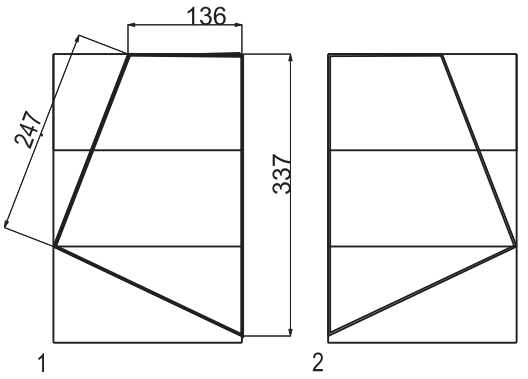


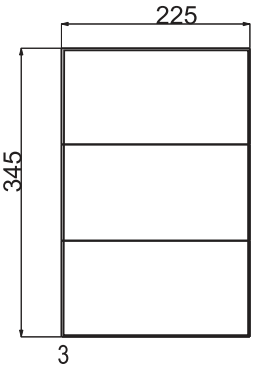
PLANO ALETAS

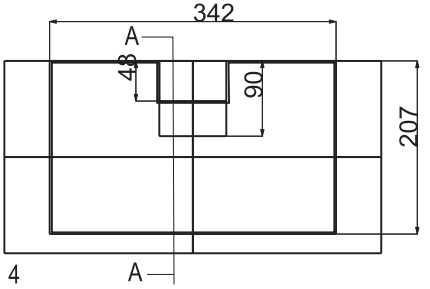




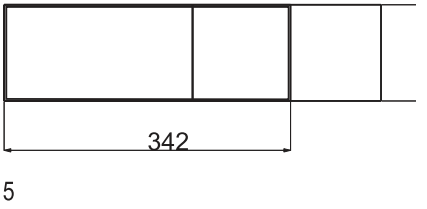
PLANO PUERTA

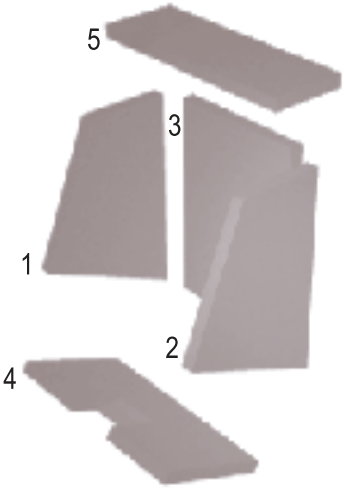




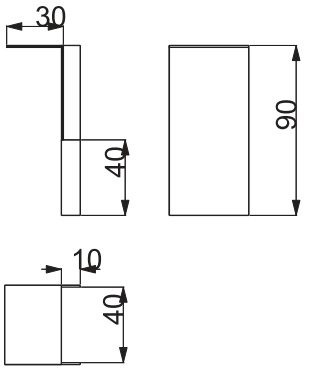


Corte A- A

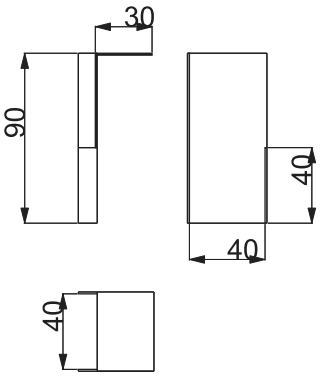




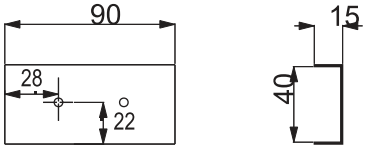
PLANO REFRACTARIOS



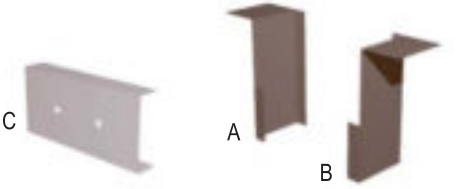
Tapa aire secundario izquierda A



Tapa aire secundario derecha B



Tapa aire primario C



TAPAS DE CONDUCTOS DE AIRE PRIMARIO Y SECUNDARIO

Herramientas:

- Soldadora por arco (eléctrica).
- Cizalla (preferentemente) o amoladora de banco o amoladora manual (esta última, usada con su estricta supervisión docente).
- Arco de sierra.
- Lápiz trazador.
- Plegadora de chapa.
- Taladro de banco.
- Sierra caladora.
- Herramientas menores (cinta métrica, martillo, destornillador, etc.).
- Soplete para pintura.

Además de los descriptos en el listado de piezas, son necesarios los siguientes materiales:

- Cemento refractario (1/2 kg).
- Discos de corte y de desbaste.
- Electrodos.
- Lija esmeril.
- Pintura alta temperatura.
- Solvente.

Luego de la interpretación de la documentación técnica de cada pieza, comenzamos con el acondicionamiento del material para la confección de cada una de éstas.

Le aconsejamos comenzar a construir la estructura que está compuesta, básicamente, por el hierro ángulo, las planchuelas y los tubos estructurales, que conforman el fondo, los laterales, el marco, la tapa y la base.

- Cortamos el material correspondiente.
- Soldamos.
- Desbastamos excedentes.
- Comprobamos el ensamble con la pieza correspondiente.
- Encaramos la terminación final; en ésta, nuevamente, tenemos cortes, soldaduras, toma de juntas y pintura.

Para el armado del equipo, tenemos en cuenta el siguiente cuadro de vinculación de piezas:

Nº	Nombre	Se vincula	Tipo
1	Colector	Pulmón/ chimenea	Apoyo
2	Caño	Pulmón	Por forma
3	Pulmón	Tapa	Tornillos
4	Aletas	Pulmón	Tornillos
5	Tapa	Laterales	Tornillos
6	Laterales	Tapa/base/fondo/marco	Tornillos
7	Fondo	Laterales	Tornillos
8	Marco	Laterales	Tornillos
9	Puerta	Tapa	Bisagras
10	Parrilla	Fondo	Por forma
11	Base	Laterales	Tornillos
12	Cenicero	Fondo/base/laterales	Por forma

Para el funcionamiento del equipo, contamos con:

- Biomasa en condiciones óptimas.
- Biomasa de menor tamaño que la anterior (yuyos secos, elemento propagador).
- Fósforos, encendedor (para el ataque termal y el comienzo de la ignición).
- Conductos de liberación de gases y toma de aire, sin ningún obstáculo que impida la circulación.

Una vez que contamos con estos elementos, podemos hacer funcionar el equipo:

- Abrimos la puerta del quemador.
- Colocamos el elemento propagador en la cámara de combustión sobre la parrilla y frente a la entrada de aire primario.
- Colocamos la biomasa a quemar sobre él.
- Verificamos que los conductos de aire primario y secundario se encuentren completamente abiertos.
- Realizamos el ataque termal sobre el elemento propagador.
- Cerramos la puerta.
- Regulamos las entradas de aire.

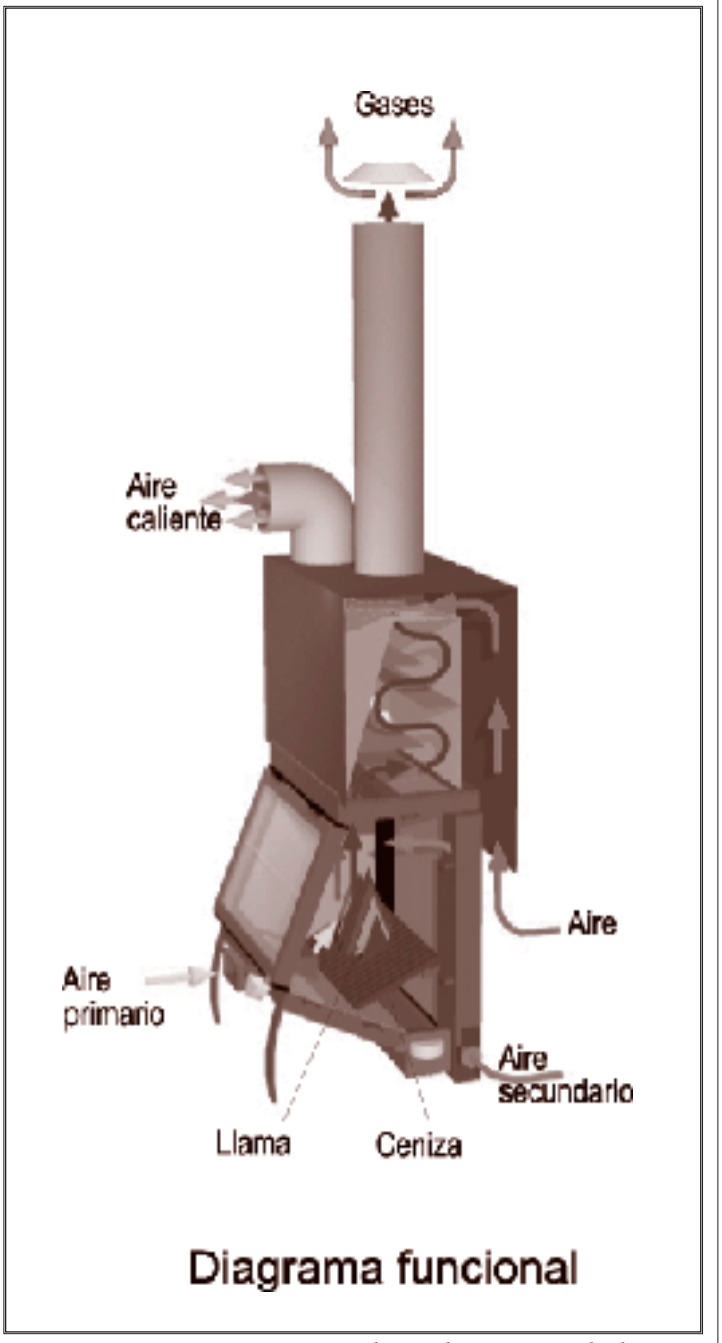


Diagrama funcional

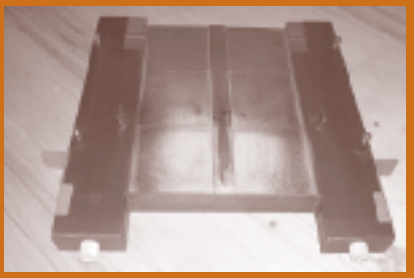
Según la densidad de la biomasa utilizada (por ejemplo, madera dura o blanda), es posible que tarde más una llama interesante de ser observada.

Al comienzo de la combustión, es común que aparezca humo denso, ya que se desprende parte de la humedad de la biomasa por el ataque térmico realizado. Una vez que se eleva la temperatura en el interior de la cámara de combustión, que la humedad del resto de la biomasa baja y que entra aire secundario, la emisión de humos desaparece. Y vuelve a suceder cada vez que realizamos una nueva carga.

La construcción

Soldadura

Presentación de piezas



Revestimiento

Toma de juntas

Piezas terminadas

Armado del quemador e instalación

El armado del quemador es una muy buena oportunidad para que los alumnos reconozcan los diferentes componentes, las problemáticas que surgen en esa operación, los materiales estándar utilizados y para que desarrollen el concepto de prototipo.

Pautamos la tarea de este modo: →

1. Les recomiendo que elijan un lugar aireado para la instalación del quemador.
2. Como nuestro taller es cerrado, antes de toda otra tarea, verifiquen el funcionamiento de los extractores.
3. Pueden ver que las piezas[2] se encuentran distribuidas al azar en este espacio.
4. Cada grupo está recibiendo una hoja A4 que contiene la perspectiva del equipo, la imagen explotada, el esquema estructural, la instalación y la chimenea.
5. Les entrego, además, las herramientas necesarias y los materiales para realizar los ensambles correspondientes.

[2] Podrían ser, también, los componentes. El espacio disponible para el desarrollo de esta experiencia no es menor a 4 m^2.

Para la instalación es estrictamente necesaria una chimenea al exterior que permita evacuar gases, así como la posibilidad de ventilar el ambiente. Es muy posible que, en los ensayos, el quemador no funcione en las condiciones adecuadas y que produzca humos hacia el interior.

En quemadores de tiro natural, el **tiro** o tiraje es la capacidad de que los gases de combustión salgan por la chimenea. Debido a que la densidad de los gases residuales calientes es menor que la del aire frío externo, en la chimenea se crea un vacío parcial. Esto se conoce como tiro; este tiro succiona el aire de la combustión y supera cualquier resistencia que hubiera en el sistema.
En equipos presurizados, el tiro forzado crea la presión necesaria para eliminar los gases residuales. En equipos de este tipo, puede utilizarse un diámetro menor de chimenea.

En las prácticas que proponemos, los alumnos trabajan con herramientas para la construcción y el armado del equipo y, durante los ensayos, operan con elementos combustibles, altas temperaturas, humos y gases. Entonces, como medida básica a tener en cuenta, cuidamos que cuenten con la ropa y con los elementos de protección personal adecuados a estas prácticas; y, antes de cada una de ellas, analizamos los manuales de las herramientas con las que van a operar.

Durante estas prácticas, es recomendable interiorizarse y aplicar la norma *Guía para la seguridad en talleres de establecimientos educativos*. 3 585.1990. IRAM. Buenos Aires.

Ya está armado e instalado el quemador. Ahora, el primer ensayo.

El equipo y la instalación

Es posible realizar este ensayo inmediatamente después de finalizada la instalación.

1. Enciendan dos o tres papeles en el interior de la cámara de combustión.
2. Tiren sobre ellos un trapo o papel, con la intención de apagarlos (Esto impide que la llama iniciada tome el oxígeno del aire, por lo que comienza a apagarse y a generar humo).
3. Cierren la puerta de la cámara; ésta se llena completamente de humo.
4. Observen, pacientemente, si el humo alojado en su interior se filtra a la habitación por algunas de las uniones del equipo o de los tramos de chimenea.
5. Si hay filtración, desarmen y sellen.
6. Comprueben, mediante la observación si, a la salida de la chimenea, el humo toma la misma dirección del viento. Si no es así, va a ser necesario alargarla.

Quema de la biomasa recolectada

¡Ventéalo, Juan!

Cada grupo va a colaborar con 1 kg de biomasa para realizar una primera experiencia con el equipo que hemos instalado.

Antes del ensayo, indiquen:

1. Datos de la biomasa a quemar (Información del rótulo de la caja)[3].
2. Acciones que suponen que deben desarrollar para poner en funcionamiento el equipo.
3. Elementos adicionales necesarios para lograrlo.
4. Resultados esperados.

Después del ensayo:

1. Detallen todo lo sucedido, desde el momento de ubicación de la biomasa en la cámara de combustión, durante el encendido y el inicio de la llama, hasta la quema completa.
2. Evalúen los elementos adicionales necesarios.
3. Comparen el resultado del ensayo con los resultados esperados que plantearon al inicio.
4. Establezcan conclusiones.

La observación continua del trabajo de los grupos es de inestimable importancia:

- *¿Qué trajiste, Juan? Esta leña está húmeda. ¿Es la que estaba en la caja?*
- *Sí. ¿Cuál va a ser?*
- *Pero, no prende. Fíjate la fecha que tiene en el rótulo.*
- *La fecha del día de campo...*
- *¡Se está llenando de humo y la llama ni se ve! Profe...*

Detengámonos en este diálogo.

Podemos abordar el problema planteado desde dos perspectivas: Una, la tecnológica: Secar la biomasa para que la quema sea más eficiente. Otra, la química: Explicar lo sucedido y profundizar en los conceptos de combustión.

Y éste parece ser el momento de usar el pizarrón y de comenzar a desarrollar la base teórica.

El grupo de alumnos necesita conocer con más detalle por qué la biomasa es considerada combustible, cuál es su composición química, cuáles son los elementos de su combustión, qué implica la pérdida de energía por la humedad de la biomasa, qué vinculación tiene el dimensionamiento de la cámara con el volumen de biomasa a quemar y con las prestaciones que debe cumplir el quemador.

Funcionamiento de la chimenea

Sobre la base de la teoría analizada y de las experiencias realizadas, describimos y fundamentamos los principios de la chimenea del equipo.

[3] Todos los ensayos se realizan con biomasa recolectada y catalogada anteriormente; le comentaremos cómo hacerlo en la parte 4 "El equipo en el aula" de este material.

1. Realicen un esquema estructural del equipo.
2. Realicen en diagrama funcional.
3. Identifiquen dónde cambia la densidad del aire.
4. Identifiquen la chimenea "fría" que se define en la teoría.
5. Describan la chimenea del equipo, basándose en la teoría de vasos comunicantes.

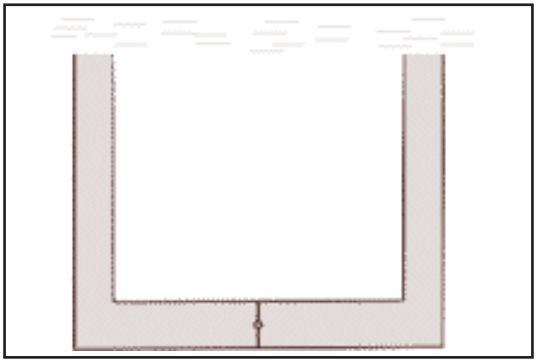
Un poco más de información

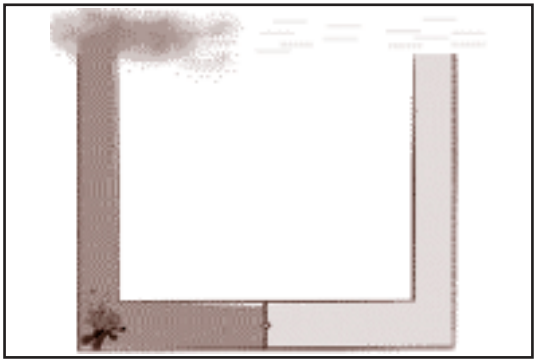
El funcionamiento de la chimenea se basa en el principio de los vasos comunicantes. Éste establece que un fluido contenido en dos o más vasos comunicados entre ellos, tiende a asumir y a conservar el mismo nivel en cada vaso, debido a que tiene la misma densidad. Este principio es, en definitiva, una aplicación del principio de la gravedad.

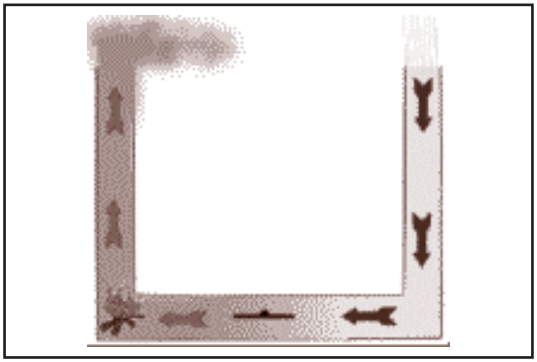
Sabemos que el aire es un fluido, posee una masa y un peso. Como en todos los gases, el peso del aire es una función de su densidad –esto es, de la cantidad de materia por unidad de volumen–. En otras palabras, para un gas menos denso, menor es su cantidad por unidad de volumen.

Consideremos una segunda variable: La densidad de un fluido es, también, función de su temperatura: A mayor temperatura, menor densidad.

Veamos las siguientes figuras:







Tenemos dos chimeneas de la misma altura, comunicadas por un tramo en forma horizontal que cuenta con una puerta metálica que las separa. A temperatura ambiente, las dos columnas de aire tienen la misma densidad y el mismo peso; por lo tanto, están en equilibrio estático.

Si proveemos calor en la base de una de ellas, notamos que el calor generado en la columna comienza a salir. El aumento de la temperatura ha acelerado las moléculas de gas, provocando la expansión. Una parte del gas es expulsada de la chimenea hacia el extremo superior, mientras que la otra parte restante, en el interior, disminuye su densidad y, en consecuencia, es más ligera.

Si, en este momento, desplazamos la puerta metálica y comunicamos las dos chimeneas, rompemos el equilibrio estático entre ellas. El aire de la chimenea más caliente –menos denso, más ligero– es expulsado por el aire de la chimenea a la cual no le aportamos calor que siendo, más frío, más denso y más pesado, por gravedad tiende a ocupar el lugar de aquél, el más caliente, para reestablecer el equilibrio. Pero, el aire frío proveniente de la chimenea "fría" toma contacto con la fuente de calor y aumenta de temperatura; esto provoca que cambie su densidad, se torne más ligero y tienda a salir por el extremo de la chimenea "caliente". Entonces, la unión de las dos columnas, más el calor continuo, determinan el funcionamiento permanente del sistema.

Quema de otros tipos de biomasa

Es de esperar resultados positivos y negativos del ensayo anterior: En el mejor de los casos, mucho calor; en el peor, mucho humo.

Invite a sus alumnos a que busquen biomasa en distintos lugares (desechos de aserraderos, carpinterías...), a que propongan nuevos elementos –siempre de origen vegetal– para la quema: yuyos prensados y secados provenientes de la limpieza de terrenos, paja de cosechas, etc., o disponga usted de estos elementos.

Es posible que nuestros alumnos hayan tomado biomasa húmeda y que el tiempo transcurrido hasta el día del ensayo haya resultado muy corto como para obtener un secado natural y estar en las condiciones necesarias para una quema óptima.

Es posible que a sus alumnos se les ocurra realizar bollos de papel, humedecerlos un poco, prensarlos o utilizar las manos, y, luego, secarlos y quemarlos. Recuérdeles que queremos producir energía limpia y que resultaría oportuno investigar qué sucede con la combustión de las tintas que se utilizan para la impresión de estos papeles. De comprobar que sus gases de combustión no provocan daño al ambiente, podría resultar una alternativa interesante.

Les solicito:

1. De cada tipo y origen diferente identificado, dispongan de 2 kg de biomasa.
2. De los nuevos productos para la quema propuestos por ustedes, dispongan de 2 kg.
3. Categoricen todos los productos para la quema, según el cuadro.
4. Realicen la quema en el quemador, de a un tipo y de a 1 kg por vez,
5. Inicien el fuego.
6. Controlen el tiempo, hasta que tengan una llama continua (t_1).
7. Controlen el tiempo, desde el momento anterior hasta que desaparezca la llama (t_2).
8. Controlen el tiempo, desde el momento anterior hasta que desaparezcan las brasas (t_3).
9. Del ensayo desarrollado hasta aquí, seleccionen biomasa en condiciones mínimas para ser categorizada.
10. Basándose en los datos obtenidos, definan cuál es de mayor calidad.

Tipo	Origen	Estado	Especie	Proceso	t1	t2	t3
Desecho	Carpintería	Seco	Varias	Cortes			
Propuesta	Limpieza	Poco húmedo	Yuyos	Prensado			

Ignición

En este nuevo ensayo vamos a centrarnos en un aspecto importante, la ignición, comúnmente conocida como "el encendido".

Para que se produzca la reacción de combustión, la mezcla de combustible y comburente debe alcanzar una temperatura mínima necesaria que recibe el nombre de punto de inflamación o **temperatura de ignición**. Una vez que ésta se alcanza, el calor producido mantiene la temperatura por encima de la de ignición y continúa la reacción hasta que se agota el combustible o el comburente. La temperatura de ignición depende del comburente.

1 Detallen cómo lograron la ignición –antes del inicio de la combustión–.

A partir de esta respuesta inicial, es muy posible que los alumnos identifiquen otros elementos –además de la biomasa– utilizados para lograr la combustión: papel, ramas pequeñas, pastos secos, fósforos, etc.

Fósforo + Pasto seco + Madera

↓ ↓ ↓

Fuente de ignición + Elemento propagador + Combustible

La biomasa utilizada ofrece resistencia al fuego, resistencia que se manifiesta por un período de tiempo en el que el elemento a quemar sometido a un ataque termal no comienza con la combustión. Esto se debe a la especie, a las características botánicas, al espesor de los anillos y a la humedad.

A partir de estas aclaraciones, proponemos:

2 Inicien nuevas quemas de biomasa prestando real atención a los elementos que utilizan para el inicio de la combustión.

3 Cataloguen los elementos utilizados. Confeccionen un cuadro donde precisen: Especie, cantidad utilizada (peso), fuente de ignición utilizada, tiempo de inicio de la llama de la biomasa que pretendemos quemar.

4 Sobre la base de los resultados, categoricen los elementos propagadores en: *Excelente, Bueno, Malo.*

5 Indiquen cuáles son las biomasas utilizadas que no necesitaron de un elemento propagador.

6 Fundamenten por qué no fueron necesarios dichos elementos.

Aires de combustión

El equipo ya está en funcionamiento, con biomasa en combustión.

Una vez que observamos que este funcionamiento es estable, comenzamos a disminuir las entradas de aire que dispone el equipo.

El oxígeno necesario para la combustión se suministra al equipo a través del aire de combustión. Para conseguir un proceso completo, la combustión requiere disponer de más cantidad de aire de la teóricamente necesaria. La *ratio* del exceso de aire de combustión para el aire teóricamente necesario se llama **exceso de aire**.

1. Confeccionen una planilla con los datos de la biomasa en combustión.
2. Cierren completamente la entrada en el frente (aire primario).
3. Detallen lo sucedido, indicando cómo fue modificándose la dinámica de la llama.
4. Cierren completamente las entradas posteriores (aire secundario).
5. Detallen lo sucedido, indicando cómo fue modificándose la dinámica de la llama y la temperatura.
6. Establezcan conclusiones.

Intercambio de calor

Dado que, en muchas ocasiones, la combustión de biomasa es violenta, se hace necesario contener la circulación de aire caliente.

1. Retiren la parte superior (pulmón/ colector) y realicen una pequeña combustión (con, aproximadamente, 500 g de biomasa seca).
2. Observen detenidamente el recorrido de la llama.
3. Desarmen el pulmón de intercambio; retiren todas las aletas interiores.
4. Coloquen el colector e inicien una combustión, especificando la biomasa y su peso.
5. Tomen la temperatura desde el inicio de la combustión, a 50 cm del comienzo de la chimenea. Realicen una tabla *Tiempo/ Temperatura* y el gráfico correspondiente.
6. Esperen a que se enfríe el equipo y desarmen, nuevamente, la parte superior. Desarmen el lateral del pulmón y agreguen las aletas disponibles.
7. Reinicien la combustión con el mismo tipo de biomasa, cantidad en peso y aire que en el paso 4.
8. Realicen, nuevamente, el paso 5.
9. Comparen los dos gráficos. Manifiesten sus conclusiones en un escrito.

Control de la entrada de aire

1. Calculen el aire mínimo sobre la base de 1 kg de biomasa a quemar.
2. Calculen el aire real necesario.
3. Con los dispositivos manuales que posee el equipo, determinen las aberturas necesarias, basándose en los cálculos.
4. Realicen la combustión y descríbanla (lenta, rápida, tipo de llama, etc.).
5. Tomen el tiempo transcurrido hasta el consumo total.
6. Observen los restos de la combustión; comprueben que sólo quedaron cenizas.
7. Categoricen los distintos tipos de biomasa sobre la base de los resultados obtenidos.

Un poco más de información

La llama es aquéllo que percibimos en forma de luminosidad cuando quemamos biomasa; es la zona en la que tiene lugar la reacción de combustión entre el elemento combustible y el gas comburente.

Esta reacción va acompañada de desarrollo de calor. Los gases producidos adquieren temperaturas elevadas y, precisamente éstos, emiten radiación que, en parte, es luminosa. La llama, entonces, es una masa de gases incandescentes producidos por su reacción con el comburente.

Según el aporte de combustible a la llama que se realiza previamente al mezclado –con mayor o menor cantidad de aire, o en forma

pura–, las llamas se denominan de premezcla o de difusión; unas y otras pueden ser laminares o turbulentas, según el régimen de descarga del combustible; esta descarga también puede adoptar diferentes formas, según la técnica y la tecnología (quemador) empleadas. En la práctica, se presentan llamas de tipo intermedio; es decir, llamas parcialmente premezcladas o llamas en las que una de las corrientes es laminar y la otra turbulenta. Estos casos son los más difíciles de analizar.

Las **llamas de premezcla** son aquéllas en las que el combustible se aporta en mezcla con mayor o menor cantidad de aire –aire primario–. El aire primario refiere al aire estequiométrico o aire mínimo necesario para la combustión. Si la premezcla contiene todo el aire necesario, se dice que se trata de premezcla total; en caso contrario, de premezcla parcial.

A diferencia de las llamas de premezcla, es posible que la mezcla sea lenta comparada con la velocidad de reacción dada en la anterior. Se dan, así, las llamadas **llamas de difusión**, en las que el combustible puede ser gas, líquido o sólido, y el oxidante puede ser un gas fluyente (aire) o una atmósfera en reposo. La característica específica de la llama de difusión es que la velocidad de combustión está determinada por la velocidad de mezcla.

Aunque la proporción de mezcla aire-combustible se halle dentro de los límites de inflamabilidad, no siempre se consiguen llamas estables. Si se aumenta la velocidad de la mezcla de combustible, la llama se separa de la boca de salida –en el caso de quema de gases– o del elemento que se quema –en el caso de sólidos–, y puede incluso desprenderse y extinguirse.

En cuanto a **llamas turbulentas**, los problemas de estabilización son más complejos, ya que la velocidad de propagación de la llama alcanza valores del orden de los metros por segundo (En algunos quemadores –*turbojet*–, las velocidades de la mezcla son del orden de los 50 m/s). En estos casos, la estabilización se asegura mediante la recirculación de los productos de combustión o intercalando obstáculos.

El **frente de llama** es el lugar donde se dan las principales reacciones de oxidación. El espesor del frente de llama puede ir desde menos de 1 mm hasta ocupar totalmente la cámara de combustión. Tiene diferentes definiciones, según los modelos matemáticos que tratan el tema.

La **propagación de la llama** es el desplazamiento a través de la masa combustible. Se efectúa esta propagación en el frente de llama. La velocidad de propagación va a depender de la transmisión de calor entre la llama y las zonas contiguas (gases quemados y no quemados). Cuando los gases sin quemar alcanzan la temperatura de ignición, entonces empiezan a sufrir la combustión.

Para que la llama comience y quede estable, se debe estabilizar su frente. Para ello, se coordina la velocidad de escape de gases y de propagación de la llama con la entrada de comburente (aire) y de combustible.

Control de la humedad de la biomasa

Supongamos que en la escuela o en el centro no contamos con un horno de secado ni con instrumentos para realizar un análisis de

materia seca y, tampoco, con instrumental específico de medición de humedad.

En ese caso, tratamos –a través de una manera sencilla– de conocer aproximadamente el porcentaje de humedad de la biomasa que poseemos.

Para esto, usamos una balanza (g), un horno (100 ºC), un termómetro y dos muestras de 1 kg cada una de un mismo tipo de biomasa (Tratamos que no sean tamaños grandes, lo que dificulta la evaporación. Si utilizamos ramas, por ejemplo, intentamos que tengan las mismas características, es decir largo y diámetro constantes).

1. Verifiquen que el horno a utilizar tenga salida de aire.
2. Enciendan el horno, estabilizándolo a una temperatura de 100 ºC.
3. Pesen la biomasa recién recolectada (PBR).
4. Pesen el recipiente y/o bandeja que utilizarán para colocarla en el horno (PR).
5. Coloquen la biomasa recolectada en el horno.
6. Retiren del horno cada 30 minutos y controlen su peso.
7. Cuando los controles del peso son iguales, la consideramos seca (PBS).

Peso de la muestra húmeda → (PH) = (PR + PBR) – PR

Peso de la muestra seca → (PS) = (PR + PBS) – PR

Porcentaje de humedad → [(PH – PS) / PH] . 100

Si no usamos recipiente, podemos realizar la siguiente operación:

Porcentaje de humedad → [(PBR – PBS) / PBR] . 100

Porcentaje de materia seca → 100 – Porcentaje de humedad

Como resultado, obtenemos el porcentaje de humedad de la biomasa recolectada y una muestra de biomasa seca.

Para calcular el porcentaje de humedad de biomasa que está en proceso de acondicionamiento para la quema, actuamos de la siguiente manera:

1. Tomamos unos 5 trozos de rama de la muestra seca de, aproximadamente, 10 cm de largo por 1,5 cm de diámetro.
2. Las pesamos (PS).
3. En la biomasa recolectada de la misma especie, buscamos 5 trozos de rama de iguales características a las de la muestra seca; de no ser posible, tomamos el mismo volumen.
4. Realizamos el pesaje (PH).
5. Utilizamos porcentaje de humedad: [(PH - PS) / PH] . 100

Debemos tener en cuenta que la madera para uso como combustible (leña) contiene:

- agua de constitución, inerte a su naturaleza orgánica,
- agua de saturación, que impregna las paredes de los elementos leñosos, y
- agua libre, absorbida por capilaridad por los vasos y traqueidas.

Como la madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. Su agua libre desaparece totalmente al cabo de un cierto tiempo quedando, además del agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmósfera que rodea a la madera. Cuando se consigue un equilibrio, se dice que la madera está secada al aire.

La humedad de la madera varía entre límites muy amplios. En la madera recién cortada, oscila entre el 50 y 60 % y, por imbibición, puede llegar hasta el 250 y 300 %. La madera secada al aire contiene del 10 al 15 por ciento de su peso de agua; pero, como las distintas mediciones físicas están afectadas por el tanto por ciento de humedad relativa ambiente, se ha convenido en referir los diversos ensayos a una humedad media internacional de 15 por ciento; esto, referido principalmente a todas aquellas maderas para uso en la construcción. En cambio, para uso como combustible, lo ideal es que el porcentaje de humedad esté siempre por debajo del 30 %.

Integración teórica acerca de la combustión de la biomasa

La combustión de la biomasa es un proceso complicado que consiste en varias reacciones químicas principales y en un número muy grande de reacciones secundarias, en las que los principales componentes son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno.

Las condiciones de la cámara de combustión influyen decisivamente en cómo reaccionan los componentes y los productos de la quema.

Estas condiciones están referidas a su tamaño (de dos a tres veces el volumen que ocupa la biomasa a quemar), a que sus paredes estén libres de resina (los pinos son propensos a dejar resina; luego, en quemas posteriores, combustionan violentamente), a cómo circulan los aires primarios y secundarios en su interior (esto nos permite orientar la llama), a que no pierda rápidamente su temperatura interna –lo cual posibilita que, cuando realicemos otra carga de biomasa, ésta combustione rápidamente–.

Debemos tener en cuenta que, cuando se quema biomasa, son muchos los productos que se desprenden: Por un lado, la obtención de energía calórica y, por otro, los productos de las reacciones químicas, gases, CO, CO_2 o H_2O, lo que depende de cómo controlamos las entradas de aire del equipo.

Un análisis elemental de biomasa es muy complicado de realizar; pero, puede decirse que, principalmente, la de origen leñoso está formada por:

Carbono C	41.0 %	
Hidrógeno H_2	4.5 %	
Oxígeno O_2	37.0 %	
Agua H_2O	16.0 %	(seco natural en un tiempo determinado)
Ceniza	1.5 %	

Durante la combustión completa que propiciamos con el equipo, tienen lugar las si-

guientes reacciones químicas:

$$C + O_2 = CO_2$$
$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

Pero, suceden también otras; aquéllas en las que el carbono no combustiona completamente y que generan monóxido de carbono como producto (combustión incompleta).

$$2C + O_2 = 2CO$$

La introducción de aire secundario por los conductos laterales (caliente por las llamas) favorece a que se produzca la siguiente reacción:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

Logramos, así, una combustión completa, quemando el gas CO (reacción del monóxido de carbono con el oxígeno que trae el aire secundario) en la parte superior de la cámara de combustión, antes de que toda la energía desprendida la abandone y pase al pulmón/ colector.

¿Por qué? Cuando la biomasa –en este caso, madera– comienza a elevar su temperatura, suelta hidrocarburos en forma de gases, de la forma molecular general CnHn; como la reacción con el comburente es tan exotérmica, se forma llama por lo que, entonces, se convierte toda esta energía química en luz y calor.

Entonces, si la combustión es completa, los productos de los hidrocarburos son CO_2 y H_2O (vapor de agua). Si es incompleta, los productos son CO_2 o CO; pero, nada de H_2O.

Sabemos que los pesos atómicos de los elementos anteriores son:

H = 1
C = 12
O = 16

Podemos decir que una molécula de carbono tiene un peso molecular de 12 y que una molécula de oxígeno tiene un peso molecular de 16; entonces, la relación es 1/ 1,335, por lo que es posible establecer:

1 kg C + 2,67 kg O_2 = 3,67 kg CO_2
3,67 kg CO_2 + 32000 BTU/ 9,4 kWh completa

1 kg C + 1,33 kg O_2 = 2,33 kg CO
2,33 kg CO + 9500 BTU/ 2,78 kWh incompleta

1 kg CO + 0,57 kg O_2 = 1,57 kg CO_2
1,57 kg CO_2 + 9500 BTU/ 2,78 kWh

1 kg H_2 + 8 kg O_2 = 9 kg H_2 O
9 kg H_2 O + 135000 BTU/ 39,6 kWh

Si conocemos la composición química de un combustible que queremos quemar, las fórmulas anteriores pueden usarse para calcular el calor obtenido de la quema de una cantidad determinada.

Si secamos la madera en horno, ésta se torna 98.5 % combustible, porque hemos sacado el agua. Por este motivo, podemos decir que, ahora, el análisis elemental es el siguiente:

C	50.0 %
H_2	6.0 %
O_2	42.0 %
Ceniza	2.0 %

El aire de la combustión

El aire teórico necesario para la combustión es también conocido como el aire estequiométrico. Éste puede calcularse sobre la base de la composición química del combustible.

Si la combustión es completa y el aire utilizado es seco, se calcula sobre la base de la siguiente expresión:

Aire teórico = 8.8 C + 26.5 H_2 - 3.3 O_2 m^3/ kg

Por ejemplo, tenemos una madera con un análisis que dice:

C = 41 %
H_2 = 4.5 %
O_2 = 36 %
N_2 = 1 %
H_2O = 16 %
Ceniza = 1.5 %

El cálculo del aire teórico es el siguiente:

Aire teórico = 8,8 . 0,41 + 26,5 . 0,045 - 3,3 . 0,36 m^3/ kg= **3,60** m^3/ kg

Pero, la realidad es que se requiere más aire que la cantidad teórica. Este aire en exceso es necesario y, aún cuando buena parte no interviene en la combustión, nos garantiza una combustión completa.

Según experiencias, el volumen real de aire necesario para obtener una combustión completa es mayor debido a la falta de una buena mezcla de aire con el combustible y de los sucesos en la cámara de combustión, llegándose a considerar que, para combustibles sólidos cargados a mano, es el doble; un 60 % más cuando la carga es mecánica, un 40 % para el carbón en polvo, un 20 % para aceite y un 10 % para gases.

Tomando el ejemplo anterior, el aire real necesario es de **7,20** m^3/ kg.

La eficiencia de la combustión

La eficiencia de la combustión está dada por la cantidad de la energía química de la madera que se desprende durante la quema. Comúnmente, ésta está alrededor del 96-99 %, para estufas óptimas.

La pérdida de eficiencia está dada por la cantidad de CO y de hidrocarburos que terminan en la chimenea, sin quemarse.

Para esto es muy importante controlar la temperatura de los gases en la chimenea, la que debe ser considerablemente más baja que la del difusor de calor de la estufa.

Ya sabemos que la combustión incompleta perjudica la eficiencia; otros factores que también afectan, son:

- **La pérdida de calor latente**. La humedad de la biomasa es el agua en estado líquido que ésta posee. Cuando comienza el proceso de combustión, la humedad debe pasar al estado gaseoso, a vapor de agua, para lo cual consume aproximadamente 500 kcal. (Note que esta pérdida no involucra un cambio de

temperatura sino un cambio de estado del líquido a gas); éste es el término del calor latente –llamado así para diferenciarlo del calor que sentimos como cambio de temperatura–. Si tenemos biomasa con 20 % de humedad, ésta ocasiona un 13 % de pérdida[4].

- **La temperatura de la chimenea**. Si la temperatura de la chimenea es menor que la del ambiente, esto representa una pérdida de eficacia. Con 20 % de humedad en madera y 200 % aire del exceso, debe tenerse una temperatura de gas en la chimenea sobre los 68 ºC, de manera de prevenir la indeseable condensación.
- **El aire del exceso**. El aire en exceso que circula por la biomasa en la cámara de combustión modifica su temperatura –es decir, la temperatura que logra tomar gracias a la combustión-, lo cual favorece la continuidad de la combustión. Por consiguiente, cuanto más aire en exceso, más se enfría y más perdida por calor latente se registra. Precisamente, éste es el desafío al controlar el aire en exceso. Ya sabemos que la madera necesita 200 % a 300 % de aire del exceso o la combustión completa será muy difícil de lograr y obtendremos niveles de CO elevados, en la salida.
- **El monóxido de carbono** (CO). El monóxido de carbono merece una mención especial. Se produce por la combustión incompleta; pero, es un combustible, ya que contiene 9,500 BTU –Unidad Térmica Británica = 251 calorías– de energía química por kilogramo. Se produce al fin de la cola de la llama, durante la quema; es por este motivo que debemos suministrarle oxígeno, para que reaccione con él y se produzca CO_2. De esta manera, evitamos que actúe como contaminante en la chimenea.

[4] Es de destacar que, en la bibliografía europea, esta pérdida no se cuenta. Entonces, si estamos analizando datos al respecto en tablas de eficiencia desarrolladas por investigadores de este origen, debemos restar un 13 % a la información provista allí.

Defectos en el tiraje de la chimenea

Es de suma importancia el buen funcionamiento de la chimenea y son muchos los factores que inciden en este logro –meteorológicos y geográficos: la lluvia, la nieve, la presión, la posición con respecto a los puntos cardinales, etc.–; pero, es el viento uno de los más importantes. Específicamente, la depresión dinámica producida por la dirección del viento, y la depresión térmica producida por la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la chimenea.

El viento –por su velocidad y dirección– puede producir un aumento de la depresión en la chimenea, lo cual provoca un exceso de tiraje.

La acción del viento varía según se trate de un viento ascendente, horizontal o descendente:

> Un viento ascendente tiene siempre la particularidad de aumentar la depresión y, por lo tanto, el tiraje. Este tipo de viento se puede producir en circunstancias particulares, no es muy frecuente.

> Un viento horizontal aumenta la depresión si se realiza una correcta instalación del sombrero de la chimenea. En este caso, hay que prestarle especial atención a su diseño, ya que existen los direccionales (que giran con el viento) y los provistos de aletas (que cambian la dirección del viento al chocar con la chimenea)

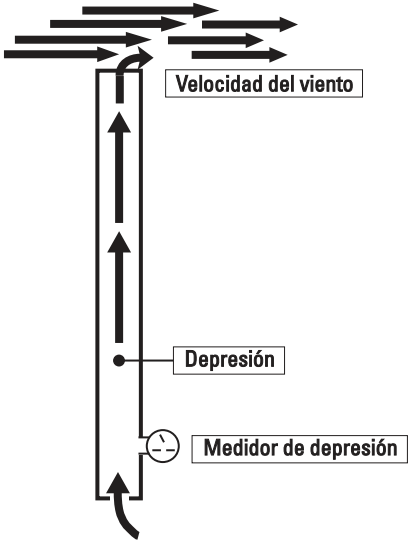
> Un viento descendente tiene el efecto de disminuir la depresión, hasta invertirla.

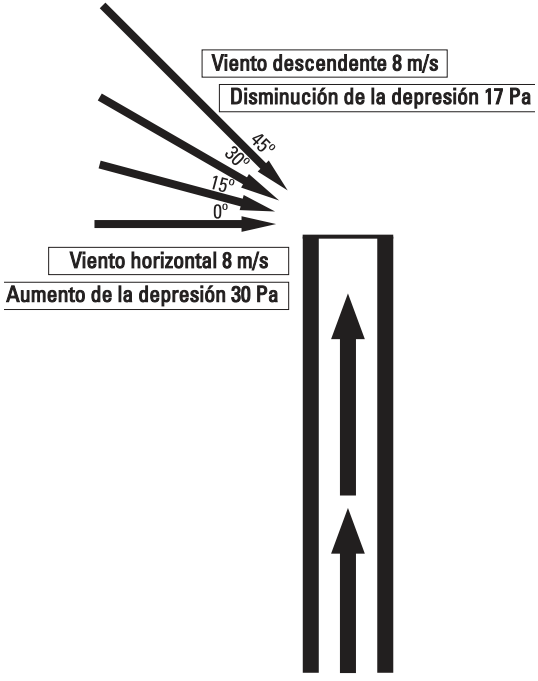
En estudios realizados, se ha verificado que un viento horizontal de una velocidad de 8 m/s –aproximadamente, 30 km/h– provoca una depresión cercana a los 30 Pa (Pascal = Newton/ m^2) en el extremo de la chimenea. Mientras que un viento descendente a 45º, a la misma velocidad, provoca una depresión cercana a 17 Pa.

Finalmente:

Consideremos que la mayoría de las instalaciones de combustión de biomasa necesita una depresión en la chimenea de entre 8 y 30 Pa, para su correcto funcionamiento,

La exposición de la chimenea a los puntos cardinales, está referida a los momentos del día en los que recibe sol, lo que se transforma en temperatura en la chimenea y beneficia al tiraje. Si está muy fría, el aire interno de la chimenea es más denso y no circula tan fácilmente.





Otro de los factores a considerar es el arquitectónico; por ejemplo, siempre es aconsejable ubicar la salida de la chimenea de un techo a dos aguas, en la cumbrera[1], porque se considera que el viento es horizontal.

También influye el largo de la chimenea, y si es interna o externa. Cuanto más larga, mejor, ya que puede sortear las corrientes de vientos generadas por árboles y edificaciones vecinas (un árbol más alto que nuestra casa puede generar un viento descendente hacia la chimenea). Pero, un largo excesivo y una colocación externa pueden provocar una pérdida térmica importante, por lo que es necesario considerar siempre que, para que se produzca el tiraje, debe lograrse una temperatura adecuada de la chimenea.

Es de suma importancia que la chimenea sea de la misma sección en todo su camino ya que, si la sección aumenta, el gas circulante se condensa en esos espacios y no permite un correcto tiraje.

El exceso de tiraje –la suma del tiraje térmico más el dinámico– provoca un exceso de llama y el recalentamiento de la combustión unido a una pérdida de eficiencia, ya que una parte del gas de combustión y partículas diminutas de combustible son aspiradas de la chimenea antes de ser quemadas. Esto disminuye la eficiencia de la estufa, aumenta el consumo de leña y provoca la emisión de gases contaminantes.

La falta de tiraje hace más lenta la combustión, enfría la estufa, produce retorno de humos, aumenta la producción de CO, disminuye la eficiencia y provoca peligrosas acumulaciones de inquemados en la chimenea, los que luego pueden arder y provocar una combustión muy violenta en el interior de la chimenea.

[1] Viga colocada en la parte superior de la cubierta a dos aguas. Recibe la carga de dicha cubierta y la transmite a la cabreada. "Línea horizontal y más elevada de un tejado, del cual arrancan dos vertientes".
www.rae.es

4. El equipo en el aula

No nos es desconocido que, para enseñar, debemos generar situaciones problemáticas a partir de las cuales integrar los contenidos que nos proponemos que nuestros alumnos aprendan.

Las acciones didácticas que presentamos a continuación cumplen con esta premisa de problematizar la realidad y, algunas de ellas, incluyen como recurso didáctico al quemador de biomasa.

Sin embargo, no ubicamos al equipamiento en el centro de la tarea educativa; hacerlo, nos llevaría a reducir el aprendizaje a la resolución de un problema técnico, pensando sólo en la eficiencia de los dispositivos involucrados.

Porque, el quemador es valioso siempre y cuando podamos vincularlo con su uso cotidiano, con los recursos renovables, con la forestación y la deforestación, con la decisión acerca del combustible a utilizar –su origen, la cantidad disponible, la calidad y presentación-, variables que influyen decisivamente en el proyecto a desarrollar y, en especial, en el diseño del equipo.

El quemador tiene sentido en tanto consideremos su aporte a la solución de un problema global y a la de problemas inmediatos de cualquier individuo. Nuestra propuesta didáctica es la de pensar en las situaciones cotidianas sin olvidarnos de los problemas globales y viceversa. El quemador de biomasa soluciona problemas amplios: genera energía limpia, sustituye el uso de combustibles fósiles, usa un combustible renovable; y, también, da respuestas a situaciones acotadas: proporciona calor para calefaccionar o para cocinar.

Por ultimo..."La biomasa" es, conceptualmente, biología; cuando la consideramos un combustible es, conceptualmente, química; y, cuando la hacemos crecer para una función ecológica y social, es tecnología. Nos permite desarrollar, así, acciones interdisciplinarias; porque, la tecnología es interdisciplinaria, el tecnólogo no es un sabelotodo sino una persona que se integra al trabajo en equipo, compartiendo conocimientos, decidiendo y buscando caminos.

Ahora nos ponemos...

En acción 1

Sin apoyarnos demasiado en la idea de "Se acaba el petróleo y se nos termina el mundo" –en otras palabras, sin ser tan tremendistas–, debemos comenzar a interesar a nuestros alumnos en otras posibilidades de obtención de energía.

El quemador necesita biomasa seca para su funcionamiento y no podemos dejar librado al azar el disponer de este elemento. Porque, en una situación real, es necesario contar con el combustible biomasa diariamente –para calefaccionar o para cocinar– por lo que debemos ser previsores en su provisión.

La problemática de disponer de la biomasa necesaria depende de la existencia del recurso en la región donde vivimos. Y es necesario analizar esta disponibilidad con una perspectiva tecnológica-biológica-social. ¿Por qué? Porque, por un lado, contar con el recurso depende de las especies, de su calidad y de su tasa de crecimiento (aspectos que influyen en el diseño de quemador y, también, en la condición de renovables de los productos combustibles a quemar); y, por otro, las distancias en las que encontramos el recurso influyen directamente en la rentabilidad del uso de este tipo de combustible, ya que aumentan o disminuyen su costo.

En este sentido, le proponemos desarrollar en su aula una acción que permita a su grupo de alumnos:

- Definir a árboles y arbustos como unidad biológica.
- Caracterizar las masas boscosas según su composición y estructura.
- Analizar sistemas de producción de plantas para usos dirigidos (arboricultura, agroforestal y selvicultura).
- Elegir especies por calidad, determinando criterios según su destino o uso.
- Analizar cortinas de protección y bosques de abrigo, en su integración con cultivos y pasturas.
- Especificar los procesos de forestación y de desarrollo sustentable
- Integrar las labores culturales generadas en torno al árbol y al monte: podas, raleo, tala.
- Precisar las tareas de logística, extracción y disposición para la utilización final del árbol.

Esta acción implica el análisis de la región en donde viven los alumnos, por lo que no está presentada como una actividad cerrada.

Esperamos que **Quemador de biomasa** le haya interesado tanto como para que esta "En acción 1" crezca con propuestas de su autoría y con iniciativas de sus alumnos. Aliéntelos a expresarlas...

En busca de la biomasa perdida

A partir de este momento, intentaremos confeccionar un mapa, un mapa muy especial, **el mapa verde**. En él, la información destacada, en verde, es la ubicación del recurso biomasa en nuestra región[1].

Nos ubicamos en el espacio, mapa en mano y, con muchas ganas de preguntar, salimos en busca de la biomasa perdida –precisa-

[1] Ya nos hemos puesto de acuerdo acerca de cuál es la extensión de la región, según criterios económicos, culturales, geográficos, y de comunicación entre localidades y pueblos.

mente, para no perder la energía que ella nos puede brindar–.

1 Antes de partir, cada grupo vuelca en una hoja la estrategia a seguir (Por ejemplo: 1. Visita a la municipalidad. 2. Consultamos a los que trabajan en el campo. 3. Identificamos a los organismos que se encargan de la producción, la forestación. 4. Identificamos usuarios, etc.).

2 En un mapa adicional, indiquen los posibles lugares, distancias de localización, de qué tipo de biomasa se trata, cuál es su volumen eventual, en qué condiciones (humedad, tamaño, etc.) se encuentra. Cada uno de estos datos va acompañado con referencias (Identifiquen, también, quién dio el dato).

3 Recolecten muestras –5 kg de cada tipo– para su acopio y posterior uso en las prácticas con el equipo construido. Conserven la muestra en una caja de cartón, en un lugar seco, identificándola con los siguientes datos:
- Lugar de recolección.
- Grupo.
- Especie/ Tipo.
- Tiempo de corte.
- Fecha de recolección.

4 Toda la información recopilada y el mapa confeccionado en cada grupo, deben ser presentados a todos sus compañeros. Arbitren los medios para que la comunicación en la presentación sea la adecuada (por ejemplo, en lo que hace a los tamaños de mapas, cuadros e información anexa en soporte papel).

5 Desarrollaremos una primera puesta en común en el aula, para lograr un mapa regional de la biomasa. Con la información disponible de todos los grupos, perfilaremos mapas según volúmenes, según tipos, según su estado, etc.

6 En una segunda puesta en común, construiremos el mapa de disponibilidad del recurso biomasa para uso energético en la región.

7 Basándose en el mapa y en las experiencias particulares que han tenido durante el relevamiento, su tarea de cierre consiste en realizar un documento, planteando las posibilidades de contar con el recurso (si es estacional, volúmenes estimados, etc.), y las ventajas y problemas generales que han podido observar.

En acción 2

Esta segunda acción se centra en un análisis de algunas de las situaciones que nuestros alumnos vivenciaron u observaron en la acción anterior, así como el de los objetos, máquinas, herramientas y artefactos intervinientes, y de los usuarios u operarios.

¿Qué situaciones han vivenciado los alumnos?

En la acción anterior, centrada en la ubicación de la biomasa, los chicos pueden

haber asistido a:

- Limpieza de parcelas para la producción agrícola.
- Tareas de obtención de biomasa para uso energético.
- Tareas de desmonte, tala, recolección de ramas caídas, hojarasca, etc.
- Tareas de acopio y acondicionamiento.
- Situaciones de uso de la biomasa para fines energéticos: cocinar y calefaccionar.
- Tareas de recolección urbana de biomasa para distintos destinos.
- Tareas de los aserraderos y tratamiento de sus residuos.
- Tareas de recolección agrícola de biomasa (si no la hubiera, tratamiento de los desechos agrícolas).
- Uso rural de la biomasa con fines energéticos.

En todas estas tareas, los alumnos registraron la intervención de personas que estaban realizando determinadas acciones con o sin herramientas, actuando sobre máquinas y utilizando determinados artefactos con fines personales: Desde el apilado de la leña, el uso del hacha, la operación de sierras para cortes, el acondicionamiento del fuego para asar un chivo, hasta la activación del termotanque a leña para ducharse luego de un día de trabajo. Seguramente, también les fue posible registrar, en la ciudad, personas recolectando los empaques de las frutas y hortalizas, colocando –sobre dos ladrillos y algunos hierritos– una pava negra de hollín... Éstas son fotografías sobre las cuales es necesario volver a trabajar, descripciones oportunas y de gran valor para generar nuevas ideas.

Proponemos, entonces, a nuestros alumnos:

Donde hubo fuego... cenizas quedan

Es posible que durante la acción hayan presenciado situaciones en las que el fuego –la llama o el calor de algún artefacto– ocupaba un papel importante.

Esta actividad nos va a permitir reconstruir que hay un antes y un después del fuego.

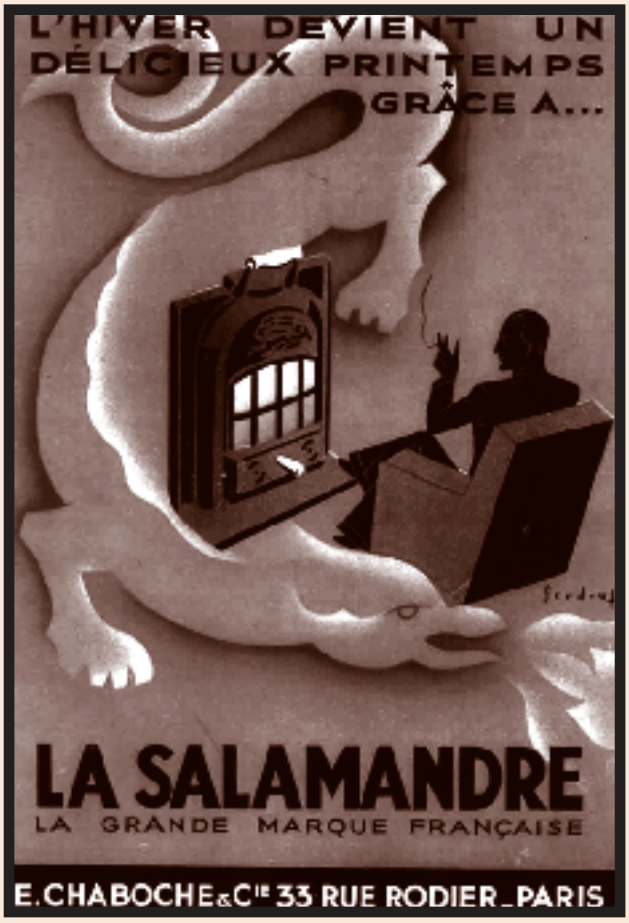
Para esto:

1 Realicen una lista con todas estas situaciones. Agreguen situaciones que hayan vivido personalmente. Desagreguen las que consideren de iguales características.

2 Un ajuste más a la información: Diferencien, por un lado, las situaciones en las que el fuego, la quema de biomasa u otro combustible se realizó en un artefacto y, por otro, aquéllas en las que se efectuó al aire libre (Consideramos como artefacto toda construcción u objeto que se utiliza con el fin de convertir a la biomasa u otro combustible en energía. –tachos de quema, tachos parrilla, parrillas, fogones, estufas, salamandras, cocinas económicas, etc.–).

3 ¿Cómo queda la lista? Organicémonos un poco para analizar la información, distribuyéndonos los artefactos y las situaciones identificadas. Equilibremos la cantidad de trabajo por grupo, teniendo en cuenta que el análisis de los artefactos identificados –análisis de producto– puede demandar más tarea y tiempo que el análisis de las situaciones observadas –observaciones de campo–.

4 Luego de este proceso de análisis, realizaremos una puesta en común general para que, como resultado, todos los grupos tengan a disposición la misma información. Por lo tanto, es necesario que cada equipo prevea los medios adecuados para la comunicación a los demás compañeros.



Tengan en cuenta:

- El análisis de un producto determinado nos da la posibilidad, también, de indagar en las situaciones que se generan alrededor de él. Si, por ejemplo, analizan una estufa a leña conocida como salamandra (transformación de una marca comercial muy importante de Francia: *La Salamandre*), consideren no sólo este producto en sí sino todos los elementos que están relacionados con él –las contingencias que se deben sortear para su funcionamiento, las normas de seguridad para manejarlo, la operatividad previa, la tarea de encendido, el uso durante su funcionamiento, su relación con el usuario, los desechos que ocasiona...

- Las observaciones de campo se refieren al detalle de la logística de la biomasa, desde su extracción hasta su comercialización y puesta en el lugar de uso como combustible. Incluyen, también, todas aquellas situaciones en las que el hombre transforma la biomasa en energía con un fin especifico, sin mediar ningún artefacto sino sólo algunas herramientas.

Un poco más de información

Diario Río Negro/ Vida Cotidiana/ Sábado 3 de julio de 2004

Llamativa seguidilla de incendios en la zona de chacras de Allen[2]

Allen (AA).- La importante seguidilla de incendios que viene ocurriendo desde las últimas semanas en esta ciudad, tiene a maltraer a los Bomberos Voluntarios de Allen los que, a menudo, no dan abasto para acudir a los llamados de alerta.

El temporal de viento del jueves obligó a sofocar varios incendios en chacras y también uno en una vivienda en la zona norte –donde se registraron importantes pérdidas materiales– y se estima que durante la última semana se produjeron alrededor de una veintena de siniestros. La mayoría de ellos se originó en diversos puntos de la zona rural.

Si bien en esta época del año, por la proliferación de pastos y plantas secas, suelen ser más comunes, varios de los focos de incendio en las últimas semanas habrían sido provocados en forma intencional.

Éste es el caso de algunos productores que sufrieron perjuicios en sus chacras y, también, el del propietario de un aserradero que estimó una importante pérdida de materia prima en diversas quemazones que padeció recientemente.

Desde los Bomberos se indicó que, a esta altura del año, en la zona de chacras se pueden expandir los incendios con mayor facilidad, debido a las pasturas secas.

Pero, la seguidilla de hechos que se vivió en los últimos días, motivó que tal situación sea expuesta ante las autoridades policiales. En diversos casos, la ocurrencia de siniestros en determinados lugares originó dudas en torno a los posibles causales del comienzo del fuego, por lo cual tales presunciones "fueron transmitidas a la policía para que se investigue durante las noches y en las recorridas se esté más alerta", se indicó.

El lunes pasado se registraron seis incendios en diversas chacras de la localidad –informó Jorge Pérez, segundo jefe a cargo del cuerpo de bomberos– y, al menos tres de ellos tuvieron lugar hacia el anochecer en forma simultánea. Por esta razón se debió pedir colaboración a los Bomberos Voluntarios de Fernández Oro.

Por otra parte, para prevenir posibles focos de incendio, desde la institución se recomendó a aquellas personas que viven en la zona urbana tener cuidado si utilizan braseros o cocinas a leña y mantener los montículos de madera seca lo más alejados que les sea posible de la vivienda. En tanto, a los productores se les aconsejó realizar las tareas destinadas a remover los suelos para evitar las pasturas secas y mantener los lugares próximos a las casas sin basura en los alrededores. Además, se recordó que las quemas controladas de los pastizales altos se deben realizar en días sin viento.

[2] El artículo se encuentra en:
http://rionegro.com.ar/arch200407/03/v03g78.php

Algunos de los productos tecnológicos analizados

En acción 3

Hasta aquí, junto a nuestros alumnos, hemos logrado reconocer las posibilidades reales de disponer del recurso energético biomasa (confección el mapa) y especificar las tecnologías empleadas para su transformación (actividad de análisis). También contamos con los ensayos realizados con el equipo quemador.

Es de esperar que, a lo largo de la tarea, los chicos se hayan planteado preguntas –no sólo de análisis sino de superación de lo que estaban analizando–:

— *A mí me parece que sería mejor...*
— *Pero... ¿viste cómo hacía la llama...? Si vos le ponés algo acá.....*
— *No. La leña que usaba es muy grande. Si fuera así... Esperá que te la dibujo...*

Es el momento, entonces, de comenzar a proponerles a los chicos la acción superadora: proyectar.

En función de la tarea de proyectar, es importante que, en un comienzo, dejemos fluir las ideas entre nuestros alumnos (las alternativas de solución a las diferentes situaciones problemáticas planteadas, en lo posible sustentadas en las observaciones de campo realizadas, en los análisis, en las noticias de los diarios), postergando la organización formal del proyecto. Recién después de que en la mesa se hayan discutido varias ideas, comenzamos a recordarles que el marco de la acción es el "proyecto tecnológico".

Es conveniente que el grupo de alumnos compare los resultados obtenidos en los análisis realizados en la acción 2, en cuanto al tipo de biomasa utilizado y a los objetos utilizados para la transformación, y respecto de sus mismos tipos en otras partes del mundo, tanto en países desarrollados como en aquéllos que están en vías de desarrollo. Principalmente, para percibir cuál es la distancia tecnológica que nos separa –hacia delante y hacia atrás–, para fijarse objetivos en su tarea. Es oportuno aclarar que no es ésta una comparación superficial –quedarnos en el "cómo está resuelta su construcción"– sino que consiste en detenernos en precisar cómo está tratada la combustión.

Tal vez usted esté preguntándose "¿Para qué tengo el equipo quemador de biomasa si los chicos ya están comenzando a tirar ideas referidas a otro equipo?". ¿Se vio tentado a colocarlo sobre la mesa, cuando sus alumnos estaban analizando productos, no? Esperamos que no lo haya hecho...

Es posible que esta acción de generar ideas se plantee de dos maneras. Una alternativa es que los estudiantes las hayan ido manifestado en cualquier momento de los ensayos (En este caso, es momento de retomarlas); la otra es que sus profesores generemos un espacio y un momento creativo para tal fin.

Le proponemos que integre el **quemador de biomasa** a la acción de proyecto, como una herramienta de ayuda a la profundización de determinados conceptos, y de resolución de problemas de diseño que se generan en la acción que cada grupo lleva adelante. ¿Por qué sí en el proyecto y no en el análisis? Porque este quemador es un "prototipo" y los análisis propuestos son de "producto" –ya está usándose en un determinado ámbito–.

Si las ideas propuestas se han ido planteando en cualquier momento y espacio, proponemos a nuestros alumnos que:

A ordenar, cada idea en su lugar

1. Reunidos en grupo, analicen todo el material generado hasta el momento.
2. Rescaten situaciones o problemas que crean necesario resolver.
3. Rescaten las ideas que, ocasionalmente, formularon.
4. Generen nuevas propuestas, basándose en los problemas identificados.
5. Si lo consideran necesario, reformulen sus propuestas referidas al equipo utilizado para los ensayos.

En acción 4

Puede resultar desafiante y motivador pedir a nuestros alumnos que superen la propuesta del quemador de biomasa utilizado en los ensayos.

Las primeras prácticas con el equipo tuvieron como intención integrar conceptos derivados de la problemática de la biomasa, considerando las perspectivas de otros campos de contenidos (biología y química). Nuestra estrategia fue que, conceptualmente, todas las ideas en torno a la quema de biomasa estuvieran claras. Porque, con conceptos claros, el proyecto tiene éxito.

En esta nueva acción, la propuesta se centra en que los alumnos organicen el proyecto, considerando los rasgos de los posibles usuarios y del mercado disponible –a qué o a quiénes vamos a dar respuesta–.

¿Cómo lo quiere...? ¿Con llama o sin llama?

Estamos ante la posibilidad de resolver un problema, tal vez con una llama.

Por este motivo:

1. Especifiquen las situaciones en las que intervendrá el nuevo equipo quemador de biomasa que se encuentran desarrollando.
2. Determinen las prestaciones que deberá cumplir.
3. Caractericen sus usuarios.
4. Realicen bocetos de sus propuestas. En ellos, indiquen componentes, función y funcionamiento.
5. Acompañen los bocetos con una memoria descriptiva de su propuesta.
6. Adicionen los cálculos realizados para determinar las calorías y aquéllos referidos a su dimensionamiento.

¡Qué problema! Lo quiero con llama

Describieron la situación en la cual el equipo va a estar involucrado, propusieron algunas alternativas, tienen en sus manos una descripción escrita y algunos bocetos. Me olvidaba... también cuentan con la planilla de trabajo de los ensayos realizados con el equipo, que está visada y que tiene algunas observaciones. Pueden solicitar la asistencia del

profesor de Biología y de la profesora de Química. Y, por último, cuentan con el quemador de los ensayos, que es de ustedes, para seguir realizando experiencias (previa entrega escrita de éstas); tienen la autorización para modificarlo y para diseñar nuevos componentes y anexarlos en él.

Además, hoy tienen la posibilidad de replantear todo, si lo consideran necesario.

Les solicito:

1. Descripción escrita de la nueva propuesta.
2. Nuevo croquis.
3. Esquema de componentes.
4. Diagrama de funcionamiento.
5. Análisis de impacto socio-ambiental.
6. Indicación –en todos los casos– de los cambios con respecto a la propuesta inicial.
7. Nuevas propuestas que tomen como base el equipo disponible. Por ejemplo, nuevas funciones o prestaciones, o cambios sobre la base del combustible, partes y componentes.

En acción 5

Muchas veces escuchamos, solemos decir y, también, sostener que "Aprendemos de nuestros propios errores y de los ajenos". Precisamente en esto se centra esta acción.

Es probable que, en las diferentes prácticas realizadas con el equipo quemador de biomasa, nuestros alumnos hayan experimentado errores de idea (pensaron en algo; pero la idea no resultó o no pudo realizarse).

Entonces, ahora, queremos que ese nuevo diseño en los papeles se concrete en un prototipo que manifieste las soluciones planteadas por cada grupo.

¿Es posible? Sí; es posible. Si observamos el equipo que nos acompañó para los ensayos, encontraremos que el sistema constructivo, los materiales y herramientas son de uso corriente. Esto allana mucho el camino para poder lograr los cambios.

¡Ya es la hora!

Y no, precisamente, para el recreo. Les propongo darle un buen fin a todo este trabajo tan brillantemente desarrollado hasta aquí.

Todos cuentan con muy buena información y muy buenas propuestas; pero, hay un viejo refrán que dice: "Los pingos se ven en la cancha". Entonces, salgamos de los papeles y realicemos el prototipo que corresponde a cada propuesta.

Tenemos dos posibilidades:

a Cada grupo hace su prototipo.

b Desarrollamos un prototipo entre todos.

Un prototipo a desarrollar en común, resulta de discusiones y de acuerdos entre todos los grupos, y es asumido como un proyecto de los alumnos en pleno.

Definido esto, les solicito la resolución técnica. Ésta implica:

1. Cálculos desarrollados.
2. Planos generales del equipo, bajo normas.
3. Planos de componentes y piezas.
4. Detalles de la producción de cada pieza.
5. Costo del equipo. Costo de piezas, costo de armado y terminaciones finales.
6. Productos asociados y necesarios para su funcionamiento. Disponibilidad y costos.
7. Requisitos para la instalación.
8. Instalación.
9. Manual de uso. Normas de seguridad.
10. Consideraciones sobre el impacto ambiental.
11. El prototipo.

Prevención de intoxicaciones por inhalación de monóxido de carbono[3]

¿Qué es el monóxido de carbono?

El monóxido de carbono es un gas altamente venenoso para las personas.

¿Cómo se produce este gas tóxico?

Todo material combustible rico en carbono (gas, petróleo, carbón, kerosén, nafta, madera, plásticos) necesita oxígeno para quemarse. Cuando la cantidad de oxígeno es insuficiente, la combustión es incompleta y se forma monóxido de carbono.

¿Qué artefactos pueden producir monóxido de carbono?

Todo artefacto usado para quemar algún combustible puede producir monóxido de carbono si no está asegurada la llegada de oxígeno suficiente al quemador. Por lo tanto, puede haber producción de monóxido de carbono en calefones, termotanques, estufas y cocinas a gas, calentadores a gas o kerosene, faroles a gas o kerosene, hogares o cocinas a leña, salamandras, braseros, parrillas a leña o carbón, hornos a gas o leña, anafes, calderas, motores de combustión, etc.

Según las estadísticas del Centro Nacional de Intoxicaciones del Hospital Posadas[4], para un total de 778 consultas registradas en el año 2000 por sospecha de intoxicación con monóxido de carbono, casi la mitad (47 %) se relacionó con la presencia de braseros en el hogar. En segundo lugar aparecen las estufas (26 %), sin especificar el tipo de combustible que utilizaban (kerosene, alcohol, leña o gas).

Las estadísticas del ENARGAS, informan 23 incidentes reportados por las distribuidoras en el año 2000, siendo los calefones los artefactos más involucrados (43 %) Esto se debe a que los calefones funcionan como calentadores de agua en forma instantánea, para lo cual la potencia calórica que utilizan es importante –alrededor de 20.000 kcal/h–. Suelen generar problemas cuando están instalados en baños o dependencias inapropiadas, cuando tienen conductos defectuosos de evacuación de gases o cuando se ha olvidado la reposición correcta de estos conductos luego de una refacción edilicia.

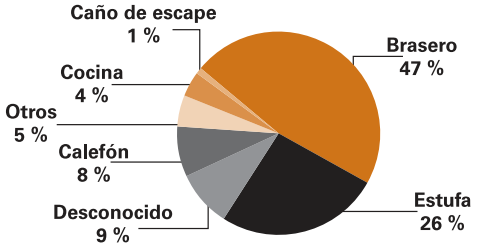
Cuando la cantidad de oxígeno es suficiente

Combustible + Oxígeno = Dióxido de carbono + Vapor de agua

Cuando la cantidad de oxígeno es deficiente

Combustible + Poco oxígeno = Monóxido de carbono + Vapor de agua

Consultas recibidas en el CNI según fuente de emisión. Año 2000



[3] Publicación conjunta de:
Comisión para la prevención de intoxicaciones por inhalación de monóxido de carbono (ENARGAS –Ente Nacional de Regulación del Gas–. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, de la República Argentina).
Protección Civil. Presidencia de la Nación Argentina.
Superintendencia Federal de Bomberos. Policía Federal Argentina.
Centro Nacional de Intoxicaciones. Ministerio de Salud de la Nación. (Abril de 2002. Buenos Aires.)

[4] Provincia de Buenos Aires.

Sus acciones

No nos olvidemos que la energía es responsabilidad de todos.

¿Por qué? Porque su consumo ha crecido, indistintamente, tanto en países en vías de desarrollo como en países desarrollados, y esto ha traído aparejado un aumento del consumo de la biomasa como combustible, recurso importante para la salud de nuestro medio ambiente y para nuestra calidad de vida.

Pero, este consumo es desigual y con conceptos diferentes. En los países más pobres, son muchos los casos en que la biomasa es la única posibilidad energética; por esto, se busca, se extrae y se usa sin ningún reparo. En los países desarrollados, es utilizada como una energía alternativa, sobre la base de su renovabilidad y de su cualidad de "limpia".

La energía biomasa nos acompaña desde tiempos remotos y no hemos dejado de utilizarla. Por este motivo, nuestra responsabilidad es renovar el recurso, propiciar el desarrollo de tecnologías que favorezcan el consumo eficiente y, de esta manera, mitigar el problema energético actual y del futuro que todos enfrentamos.

5. La puesta en práctica

Esta parte final de nuestro módulo de capacitación contiene un cuadernillo para la evaluación del recurso didáctico que le presentamos y, de las experiencias didácticas y contenidos propuestos a partir de él:

Esta evaluación tiene dos finalidades:

- Brindarle a usted, como docente que utiliza este material, la oportunidad de documentar el seguimiento de las actividades que realice con sus alumnos, a partir de nuestras propuestas y, en función de esta memoria de acciones, propiciar una reflexión acerca de los cambios, mejoras o enriquecimiento de su propia tarea de enseñanza.

- Obtener de su parte, como usuario de este material, información sobre todos los aspectos en torno a los cuales gira la propuesta.

Para este relevamiento de información, usted encontrará, a continuación, una serie de cuestionarios organizados básicamente en tablas o matrices para completar. Con los datos que usted exprese en ellos esperamos tener una realimentación que nos permita mejorar todos los componentes de la serie de publicaciones "Recursos didácticos" y enriquecerla con propuestas o documentación complementaria para aquellos docentes que planteen iniciativas, interrogantes o dificultades específicas con relación a la construcción del recurso didáctico, a las actividades de aula, a los contenidos científicos y tecnológicos, a la metodología de enseñanza, a los procedimientos incluidos, a la información sobre materiales y a otros aspectos.

Dada la importancia que esta información de retorno tiene para nuestro trabajo de seguimiento, mejora y actualización, le agradecemos que nos remita el cuadernillo con todas las observaciones, comentarios o sugerencias adicionales que nos quiera hacer llegar. Para ello puede remitirnos una copia, a través de correo postal, a

Área de Monitoreo y Evaluación –CeNET–
Oficina 112
Saavedra 789. C1229ACE.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
República Argentina.

O, si lo prefiere, solicitarnos el archivo electrónico de las páginas que siguen a evcenet@inet.edu.ar, enviándonos la versión digitalizada de sus respuestas a través del mismo correo electrónico.

Desde ya, muchas gracias.

Identificación del material:

Las dimensiones que se consideran para la evaluación del módulo de capacitación y del recurso didáctico son:

1. Nivel educativo
2. Contenidos científicos y tecnológicos
3. Componentes didácticos
4. Recurso didáctico
5. Documentación
6. Otras características del recurso didáctico
7. Otras características del material teórico
8. Propuestas o nuevas ideas

1. Nivel educativo en el que trabajó el material:

Nivel educativo	EGB 2	EGB 3	Polimodal (*)			Escuela técnica (*)						Trayecto técnico-profesional (*)	Formación profesional (*)	Otra (*)
			1	2	3	1	2	3	4	5	6			
Nivel en el que usted lo utilizó														

Asignatura/espacio curricular en el que usted lo utilizó:.....

.....

(*) Por favor, indique la modalidad, la orientación, la especialidad, etc.

.....

2. Contenidos científicos y tecnológicos trabajados:

.....

.....

.....

.....

.....

3. Componentes didácticos:

3.1. Testimonios (situaciones problemáticas) presentados en el material

	Sí	No	Otro[1]
a. ¿Le resultaron motivadores para iniciar las actividades propuestas?			
b. ¿Le facilitaron el desarrollo de contenidos curriculares que usted tenía previstos?			
c. A su criterio, ¿están vinculados con el recurso didáctico que se le propone desarrollar?			
d. ¿Le facilitan la organización de situaciones didácticas para el trabajo de los contenidos científicos y tecnológicos propuestos?			
e. El nivel de las situaciones problemáticas que se plantean, ¿es el adecuado al nivel educativo para el que está previsto?			
f. En caso negativo, ¿permiten adecuaciones para ser trabajados en el nivel educativo de sus alumnos o en otro nivel educativo?			
g. Los testimonios iniciales, ¿permiten generar diferentes soluciones (soluciones tecnológicas o didácticas)?			

En caso que su respuesta sea negativa (en cualquier ítem), le pedimos que nos indique por qué (señale el número del ítem a que corresponde su comentario).....

.....

.....

.....

.....

.....

Otro (indique el ítem al que corresponde el comentario): .....

.....

.....

.....

.....

.....

[1] Utilice esta opción para indicar que agregará comentarios al final de este sector de la matriz.

3.2. Estrategias

A partir de la utilización de las propuestas de trabajo en el aula contenidas en el material y del recurso didáctico con el que se asocian, le solicitamos que nos indique (tomando como referencia su forma de trabajo anterior a disponer del material), cómo resolvió las actividades consignadas en la tabla siguiente:

3.2.1. Contextualización de la estrategia didáctica Con respecto a su forma habitual de trabajo, usted logró:	Mejor	Igual	No aplicado[2]	Incorporado[3]
a. Determinar las capacidades, habilidades, conocimientos previos necesarios para iniciar las actividades propuestas.				
b. Organizar, asociar, relacionar los conocimientos científicos y tecnológicos para resolver un problema tecnológico.				
c. Recortar (identificar) los contenidos científicos y tecnológicos a trabajar con sus alumnos para el desarrollo de un sistema/producto tecnológico como el propuesto por el material.				
d. Vincular estos conocimientos con los saberes previos de los alumnos.				
e. Establecer la secuencia adecuada de los contenidos científicos y tecnológicos, y de los procedimientos para generar una solución tecnológica (la propuesta por el material u otra diferente).				
f. Organizar una experiencia didáctica integrando conocimientos científicos y tecnológicos, metodología de resolución de problemas y procedimientos propios del trabajo tecnológico.				
g. Otras (que haya incorporado o hecho mejor con el recurso).				

[2] No aplicado: No lo hizo antes ni ahora con este recurso didáctico.

[3] Incorporado: Integró la estrategia a sus clases a partir de la utilización del recurso didáctico propuesto.

3.2.2. Desarrollo de la estrategia didáctica Con respecto a su forma habitual de trabajo, usted logró:	Mejor	Igual	No aplicado	Incorporado
h. Encuadrar la tarea a partir de la formulación de uno (o varios) problemas.				
i. Explicitar consignas de trabajo que plantean una situación problemática.				
j. Organizar las actividades de aprendizaje atendiendo a las etapas propias de la resolución de problemas.				
k. Utilizar técnicas de trabajo grupal.				
l. Promover el trabajo colaborativo y cooperativo.				
m. Otras (que haya incorporado o hecho mejor con el recurso).				

3.2.3. Aspectos cognitivos (proceso de aprendizaje de sus alumnos) Con respecto a su forma habitual de trabajo, usted logró:	Mejor	Igual	No aplicado	Incorporado
n. Estimular a sus alumnos en la búsqueda de información e investigación en torno al problema eje del material.				
o. Promover la consulta a variadas fuentes de información.				
p. Rescatar, incorporar los aportes del grupo para identificar aspectos o variables críticas del problema.				
q. Evaluar los conflictos cognitivos propios del proceso de aprendizaje.				
r. Detectar, evaluar, la comprensión asociativa.				
s. Promover la reflexión sobre las actividades realizadas y las estrategias utilizadas en cada parte del proceso.				
t. Otras (que haya incorporado o hecho mejor con el recurso).				

4. Recurso didáctico:

4.1. Construcción del recurso didáctico

Tomando en cuenta la finalidad prevista en el material para el recurso didáctico (equipamiento o software), le pedimos que nos indique si, a partir de la propuesta contenida en el material:

4.1.1. Utilizó:

a. ☐ **Un equipo ya construido, según la propuesta del material.**

b. ☐ **Un software.**

c. ☐ **Otro que ya tenía disponible (de características similares).**

d. ☐ **Ninguno.**

Si su respuesta fue "d." indíquenos la razón, por favor:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.1.2. ¿Realizó todo el proceso de construcción del recurso didáctico con sus alumnos? (Conteste este apartado en caso de que haya construido un equipo igual al propuesto. En caso contrario, pase al apartado 5 "Documentación")

Sí	No

4.1.3. En caso de que su respuesta sea afirmativa, le pedimos que nos indique:

	Sí	No
a. ¿Pudo seguir sin dificultades los procedimientos indicados en el "Manual de construcción"?		
b. La secuencia indicada, ¿fue la adecuada para la construcción?		
c. El grado de complejidad, ¿fue el apropiado para el nivel educativo a que se dirige el recurso?		
d. Los contenidos científicos asociados, ¿son pertinentes para el desarrollo del recurso propuesto?		
e. Los contenidos tecnológicos asociados, ¿son pertinentes para el desarrollo del recurso propuesto?		
f. Con sus alumnos, ¿construyó el recurso didáctico siguiendo el proceso y la metodología de resolución de problemas?		
g. ¿Siguió todos los procedimientos propuestos para la construcción pero incorporó sus propios contenidos científicos y tecnológicos?		
h. Por el contrario, ¿hizo adaptaciones en los procedimientos de construcción pero mantuvo los mismos contenidos?		
i. ¿Realizó la construcción siguiendo las actividades de aula propuestas en el material?		
j. ¿Diseñó sus propias experiencias en función de su grupo de alumnos?		

¿Completó todas las etapas del proceso de construcción propuesta?

Sí	No

En caso negativo, indíquenos a qué fase llegó:

a. ☐ **Planificación.**

b. ☐ **Diseño en dos dimensiones.**

c. ☐ **Construcción, armado.**

d. ☐ **Ensayo y control.**

e. ☐ **Superación de dificultades** (evaluación del funcionamiento, siguiendo las indicaciones y la lista de control que brinda el material).

f. ☐ **Construcción de otro equipo que se adapta más a sus necesidades curriculares** (Si marcó esta alternativa, lo invitamos a responder, directamente, el apartado 4.1.5.).

4.1.4. Complete este ítem sólo si realizó el proceso de construcción del equipo siguiendo los procedimientos indicados en el Manual. Si no fue así, lo invitamos a responder el apartado 4.1.5.

Acerca de los materiales, herramientas e instrumentos:

	Sí	No
a. La especificación de los materiales para la construcción, ¿fue suficiente para conseguirlos?		
b. ¿Utilizó los mismos materiales (en calidad y tipificación) indicados en la documentación?		
c. ¿Reemplazó materiales, instrumentos, componentes, piezas, etc., sin alterar el resultado final previsto en el material?		
d. La especificación de las herramientas a utilizar, ¿le resultó adecuada?		
e. La cantidad de herramientas indicadas, ¿fue la necesaria?		
f. Los instrumentos, ¿estuvieron bien especificados?		
g. El tipo y cantidad de instrumentos, ¿fueron los adecuados para armar el recurso didáctico?		

4.1.5. En caso de que usted haya construido un recurso didáctico diferente al propuesto por el material de capacitación, le pedimos que nos indique si la razón fue:

a. ☐ **El propuesto no se ajustaba a sus necesidades curriculares.**

b. ☐ **No pudo conseguir los materiales o instrumentos indicados.**

c. ☐ **No pudo interpretar el manual de construcción.**

d. ☐ **Otra** (Por favor, especifíquela).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.1.6. ¿Qué características específicas destacaría en este recurso didáctico diferente al propuesto por el material, que sus alumnos han construido. (Marque todas las opciones que considere necesarias):

a. ☐ **Se ajusta mejor a los contenidos curriculares que necesita trabajar.**

b. ☐ **Es más económico.**

c. ☐ **Permite su reutilización** (mediante el desarme y armado, en función de necesidades didácticas).

d. ☐ **Es más adaptable** (a diversos usos).

e. ☐ **Otra** (Por favor, especifique): .....

.....

.....

.....

.....

f. Descripción del recurso didáctico construido: .....

.....

.....

.....

.....

.....

g. Indique las principales diferencias con el equipo propuesto (estructurales, funcionales, didácticas): .....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2. Utilización del recurso didáctico

4.2.1. ¿Cómo utilizó el recurso didáctico (hecho por usted o ya construido), en las experiencias didácticas que concretó? (Puede marcar todas las opciones que crea necesarias)

a. ☐ **Aprovechando todo el proceso y la secuencia de construcción propuestos en el material.**

b. ☐ **Aplicándolo** (como algo ya completo) **a la solución de problemas diferentes al propuesto en el material.**

c. ☐ **Utilizándolo como un sistema tecnológico** (ya construido) **en las funciones para las que está pensado** (manejo de las variables, control de operaciones, etc.).

d. ☐ **Otra** (Por favor, especifique)**:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2.2. Ya sea que haya desarrollado el recurso didáctico con sus alumnos según las especificaciones del material, ya sea que haya construido otro diferente o que haya utilizado un equipo ya construido, en relación con las actividades que usted venía realizando, la utilización del recurso didáctico propuesto por el material le permitió (seleccione la opción que coincida con sus experiencias):

Con respecto a su forma habitual de trabajo, este recurso didáctico le permitió a usted, como docente:	Mejor	Igual	No aplicable[4]	Otro[5]
a. Integrar contenidos científicos y tecnológicos en la solución de situaciones problemáticas de carácter tecnológico.				
b. Diseñar situaciones de enseñanza y de aprendizaje centradas en la resolución de problemas tecnológicos.				
c. Planificar y promover en sus alumnos la organización del trabajo (planificación y secuenciación de tareas), según el proceso tecnológico.				
d. Favorecer la identificación de aspectos o variables críticas de una situación problemática.				
e. Organizar las actividades de manera que facilite la toma de decisiones por parte de los alumnos (determinación y selección de alternativas, opciones de diseño, materiales, etc.).				
f. Organizar la actividad de sus alumnos en función de soluciones diversas a los problemas planteados.				
g. Agregue otras que usted considere haber logrado de una mejor manera con este recurso didáctico				

[4] NA: No aplicable; es una actividad que no realizó antes ni ahora.

[5] Otro: Recuerde utilizar esta opción para indicar que agregará comentarios al final de este sector de la tabla.

Con respecto a su forma habitual de trabajo, este recurso le permitió a los alumnos (habilidades intelectuales):	Mejor	Igual	No aplicable	Otro
Capacidad de planificar				
h. Identificar variables o aspectos fundamentales de un problema tecnológico.				
i. Organizar su trabajo en etapas (identificar y seguir la secuencia de operaciones de un proceso).				
j. Ejecutar las actividades en los plazos o etapas previstas.				
k. Seleccionar materiales, herramientas y piezas, de acuerdo con las necesidades del diseño.				
l. Anticipar y resolver dificultades que podrían surgir en el proceso.				
m. Prever puntos críticos de todo el proceso.				
n. Agregue otras que considere que sus alumnos alcanzaron mejor con este recurso didáctico				

Capacidad para tomar decisiones	Mejor	Igual	No aplicable	Otro
o. Analizar alternativas en función de un problema.				
p. Seleccionar alternativas en función de las restricciones planteadas en el problema, o en el contexto de enseñanza y de aprendizaje.				
q. Adecuar la propuesta para la solución del problema planteado.				

r. Agregue otras que considere que sus alumnos alcanzaron mejor con este recurso didáctico

Capacidad de aplicar y transferir	Mejor	Igual	No aplicable	Otro
s. Interrelacionar los datos, técnicas y procedimientos en el diseño de la solución.				
t. Utilizar técnicas de representación adecuadas al equipo que se construye o en el ya construido que se utiliza.				
u. Integrar los conocimientos científicos y tecnológicos en los momentos pertinentes para el diseño de la solución.				
v. Relacionar, ensamblar componentes en la secuencia adecuada.				
w. Utilizar de manera correcta la simbología y los lenguajes propios de la tecnología (representación gráfica, simbólica, etc.).				
x. Transferir conocimientos científicos y tecnológicos en otras actividades similares.				
y. Agregue otras que considere que sus alumnos alcanzaron mejor con este recurso didáctico				

Otro (Por favor, exprese aquí los comentarios que tenga, identificando el ítem con la letra que corresponda):

5. Documentación (Material teórico, manual de procedimientos y propuestas didácticas):

5.1. ¿Cómo calificaría los aportes del material recibido (encuadre y desarrollo teórico, y experiencias propuestas para el aula)?

	MV[6]	V	PV
a. Por su potencialidad didáctica (sugerencias, propuestas de trabajo en el aula, papel motivador, etc.).			
b. Para sus necesidades curriculares (desarrollo de los contenidos y experiencias previstas en su planificación).			
c. Para organizar, planificar, concretar experiencias didácticas relacionadas con problemas de Educación Tecnológica.			
d. Para renovar, actualizar, ampliar (subraye el que se ajusta más a su experiencia) los contenidos que desarrolla en su área/ disciplina.			
e. Para trabajar conocimientos científicos y tecnológicos de manera asociada a un problema tecnológico.			
f. Para organizar experiencias de aprendizaje en torno a la utilización de recursos didácticos.			
g. Para utilizar un recurso didáctico en el marco de experiencias didácticas organizadas en función de la resolución de problemas.			
h. Para integrar mejor contenidos científicos y tecnológicos en la solución de problemas de carácter tecnológico.			
i. Para estimular la generación creativa de otros recursos didácticos.			

Otras (Especifíquelas, por favor)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[6] Escala= MV: Muy valioso / V: Valioso / PV: Poco valioso

5.2. Manual de procedimientos para la construcción y el funcionamiento del recurso didáctico

En caso de que haya seguido los procedimientos contenidos en el Manual (ya sea para hacer un equipo igual o uno diferente al propuesto), le pedimos nos indique si:

	Sí	No	Otro
a. ¿Pudo seguir todos los procedimientos descriptos, sin dificultad?			
b. ¿La secuencia descripta le resultó la adecuada?			
c. ¿La secuencia establecida le planteó alternativas según algún criterio (disponibilidad de los materiales, trabajo de contenidos específicos, etc.)?			
d. ¿La finalidad (para qué sirve) del equipo está indicada con claridad?			
e. ¿Se establecen cuáles son los contenidos (científicos o tecnológicos) que se asocian al equipo a construir?			
f. ¿Se determina la relación entre conocimientos implicados, procedimientos a seguir, materiales a utilizar y experiencias posibles de realizar?			
g. ¿Considera que la relación anterior es pertinente (es la que corresponde) para la construcción que se propone?			
h. ¿La descripción de los procedimientos le facilitaron la organización de las experiencias de trabajo con sus alumnos?			
i. ¿Pudo seguir las indicaciones para la puesta en funcionamiento?			
j. ¿Todas las indicaciones para el uso son claras?			

Por favor, fundamente sus respuestas negativas o agregue los comentarios que crea pertinentes (identifique el ítem a que se refiere):

.....

.....

.....

Otro (identifique con la letra que corresponda el ítem sobre el que hace observaciones)

.....

.....

.....

6. Otras características del recurso didáctico:

6.1. Constructivas (Por favor, conteste sólo si realizó el proceso de construcción). Indique si el proceso de construcción reúne las siguientes características:

	Sí	No
a. Simplicidad. Es sencillo de construir por parte de los alumnos.		
b. Economía. Es posible hacerlo con materiales de bajo costo.		
c. Compatibilidad. Todos los componentes, bloques y sistemas permiten ser integrados entre sí.		
d. Acoplabilidad. Puede ser unido o combinado con otros recursos didácticos.		
e. Sencillez. Permite combinar diferentes tipos de materiales (madera, cartón, plástico, otros similares).		
f. Facilidad de armado y desarmado. Permite, sencillamente, realizar pruebas, correcciones, incorporación de nuevas funciones, etc.		

Si su respuesta es negativa en alguna de ellas, indique por qué (Por favor, identifique su comentario con la letra del rasgo aludido):

6.2. Técnicas (Por favor, complete tanto si construyó el equipo como si utilizó uno ya construido)

	Sí	No
a. Portabilidad. Puede ser utilizado en el taller, aula, laboratorio.		
b. Modularidad. Puede ser adaptado a diversos usos; para trabajar diversos contenidos curriculares o para realizar diferentes experiencias didácticas; para aprendizaje, demostraciones, análisis, etc.		
c. Reutilización. Posee partes, componentes, bloques o subsistemas que pueden ser desmontados para volver a su estado original, y usados en sí mismos o en forma independiente.		
d. Incrementabilidad. Puede complejizarse agregando piezas o completando el sistema para mejorar su funcionalidad, rendimiento, precisión o calidad.		
e. Aplicabilidad múltiple. Como sistema tecnológico, permite que usted seleccione las variables con las que desea trabajar (algunas de las que maneja el sistema, todas las previstas o agregar otras).		

Si su respuesta es negativa en alguna de ellas, indique por qué, identificando su comentario con la letra correspondiente:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6.3. Didácticas (Por favor, complete tanto si construyó el equipo como si utilizó uno ya construido)

	Sí	No
a. Congruencia. Tiene relación con los testimonios de realidad incluidos en el módulo de capacitación.		
b. Pertinencia. Los componentes, bloques funcionales y sistemas son adecuados para el trabajo con los contenidos curriculares de la educación técnico-profesional.		
c. Integración. Posibilita el tratamiento asociado de los conocimientos científicos y tecnológicos propuestos en el material.		
d. Escalabilidad. Es posible utilizarlo con proyectos o problemas con diferentes niveles de complejidad.		
e. Complejidad creciente. Las soluciones alcanzadas para una parte del problema, sirven de base para las siguientes o permite que, agregando componentes, sea utilizado como solución a problemas más complejos.		
f. Adaptabilidad. Permite su adaptación a soluciones diversas en torno a las problemáticas planteadas.		

Si su respuesta es negativa en alguna de ellas, indique por qué, identificándola con la letra correspondiente:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Otras características del material teórico:

¿Cómo calificaría el diseño del módulo escrito (desarrollo de contenidos científicos y tecnológicos, y propuestas de experiencias didácticas)?

	MB[7]	B	R	M
a. Formato gráfico del material (distribución del contenido, márgenes, distribución de texto e imágenes, inserción de gráficos, diseño gráfico global, etc.).				
b. Lenguaje utilizado (claridad, adecuación al destinatario).				
c. Organización (secuencia entre cada parte).				
d. Adecuación al destinatario (evidencia que se toma en cuenta que es un material para ser trabajado en un ámbito escolar).				
e. Pertinencia de los conocimientos científicos con las problemáticas planteadas.				
f. Pertinencia de los conocimientos tecnológicos con las problemáticas planteadas.				
g. Vinculación (pertinencia) del recurso didáctico que propone con las situaciones didácticas planteadas.				
h. Congruencia (vinculación) de los contenidos propuestos con el recurso didáctico.				
i. Aporte metodológico para enriquecer sus estrategias didácticas.				
j. Aporte teórico (en general) para su trabajo docente.				
k. Valor motivador para el trabajo con sus alumnos.				
l. Valor orientador para generar sus propios recursos didácticos.				
m. Concepción innovadora para el trabajo didáctico en la educación técnico-profesional.				

Si marcó la opción "Malo", le pedimos que nos explique por qué:

.....

.....

.....

[7] Escala= MB: Muy bueno / B: Bueno / R: Regular / M: Malo

8. Propuestas o nuevas ideas:

Tanto para los autores de este material, como para el CeNET como institución responsable de su elaboración y distribución, una de las finalidades más importantes es suscitar en los educadores nuevas ideas, aplicaciones o propuestas creativas a partir de la lectura o el trabajo con el módulo.

En función de ello, le solicitamos que nos indique:

Si a partir del módulo (contenido teórico y recurso didáctico) usted, en su calidad de (marque todas las opciones que correspondan):

a. ☐ **docente a cargo de un grupo de alumnos** **b.** ☐ **directivo**

c. ☐ **responsable de la asignatura:** **d.** ☐ **lector del material**

.....

e. ☐ **otro (especifique):**

.....

.....

ha generado nuevas ideas o propuestas:

Respecto de los contenidos (independientemente del recurso didáctico):

	Sí	No
a. Organización de su asignatura.		
b. Contenidos científicos y tecnológicos (formas de asociarlos, ampliarlos, desarrollarlos, etc.)		
c. Planificación de las experiencias didácticas.		
d. Trabajo con resolución de problemas.		

Otras (Por favor, especifique en qué ámbitos ligados con los contenidos ha generado estas nuevas ideas o propuestas):

Si su respuesta fue afirmativa le pedimos que la amplíe:

En relación con el recurso didáctico. Le pedimos que nos relate (libremente) las nuevas ideas o propuestas que el trabajo con este material le ha suscitado:

	Sí	No
¿Puso en práctica alguna de estas ideas o propuestas?		

¿Cuál/es?

En caso negativo, por favor, indíquenos por qué:

Títulos en preparación de la serie "**Desarrollo de contenidos**".

- Colección: **Tecnología química en industrias de procesos**
  - El aire como materia prima
  - El azufre como materia prima
  - Los minerales como materia prima –bauxita y minerales de hierro

- Colección: **Construcciones**
  - Construcción de edificios. Cómo enseñarla a través de la resolución de problemas
  - Construcciones en hormigón armado: tecnología, diseño estructural y dimensionamiento

- Colección: **Telecomunicaciones**
  - Técnicas de transmisión banda base aplicadas a redes LAN y WAN
  - Cálculo de enlaces alámbricos

- Colección: **Materiales**
  - Fundamentos y ensayos en materiales metálicos

- Colección: **Tecnología en herramientas**
  - Historial de las herramientas de corte
  - Diseño y fabricación de herramientas de corte

- Colección: **Electricidad, electrónica y sistemas de control**
  - Instalaciones eléctricas
  - Familia TTL (Lógica transistor-transistor)
  - Familia lógica CMOS

MINISTERIO de EDUCACIÓN CIENCIA y TECNOLOGÍA PRESIDENCIA de la NACIÓN

UNDP Argentina

inet Instituto Nacional de Educación Tecnológica