

Consideración de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología en la prospectiva tecnológica de la Industria Química y azucarera

Aleiby Placeres Remior¹; Diana Concepción Toledo, Marcelo Portal Jiménez¹; Erenio González Suárez²

1) Departamento de Marxismo, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara.

2) Centro de Análisis de Procesos, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara.

Resumen

En el trabajo se realiza con ayuda del Análisis Complejo de Procesos un estudio prospectivo de la industria química y azucarera del territorio definiendo con fundamento científico debilidades y fortalezas, lo que junto con un estudio por los métodos ya establecidos de amenazas y oportunidades permite avizorar los requerimientos de la ciencia y la técnica que la industria química y azucarera en el territorio central requerirá para ser competitiva. Partiendo del Análisis anterior se fundamentan los requerimientos de la política científica en el campo de la Ingeniería Química para la Universidad Central de Las Villas determinándose diferentes caminos alternativos para lograr los resultados deseados y facilitar su introducción.

Palabras clave: Ciencia y Técnica, política científica, caña de azúcar.

Abstract. In the work it is carried out, with the help of the Complex Analysis of Processes, a prospective study of the chemical industry and sugar of the territory defining with foundation scientific weaknesses and strengths, that that together with a study for the methods already established of threats and opportunities it allows to sight the requirements of the Science and the Technique that the chemical industry and sugar in the central territory will require to be competitive. Leaving of the previous Analysis is based requirements of the Scientific Politics in the field of the Chemical Engineering for the Central University of “Las Villas” being determined different alternative roads to achieve the wanted results and to facilitate their introduction.

Key words: Science and Technique, scientific politics, cane of sugar.

I.- Introducción

La caña de azúcar, cuyo potencial genético está aún lejos de ser bien aprovechado, es una planta de características excepcionales, capaz de sintetizar carbohidratos solubles y materiales fibrosos a un ritmo muy superior al de otros cultivos. Esta propiedad le abre un espectro prácticamente infinito de aprovechamiento para la fabricación de cientos de productos. Entre estos productos el azúcar ocupa hasta la fecha un lugar primordial debido a que constituye, desde hace cientos de años, uno de los componentes más importantes y universalmente utilizado de la dieta humana.

No obstante, desde hace ya varios años, el azúcar viene enfrentando una situación muy crítica como producto de comercialización internacional; ha sido un interés de los países productores de caña de azúcar, el desarrollo de una estrategia para incrementar su competitividad que ha incluido como una acción fundamental: la diversificación de la industria, mediante el uso integral de la caña de azúcar como materia prima para un elevado número de derivados y subproductos.¹⁶

Por espacio de varias décadas la mayoría de los subproductos de la producción de azúcar fueron sobrantes, de escasa utilización e indeseables por sus efectos contaminantes al medio. Esta limitada valoración ha quedado atrás, dando paso a criterios más extendidos entre los productores, de que el azúcar tendrá una economía estable y ventajosa en la medida en que se integre la producción de derivados, aprovechando las ventajas comparativas que ofrece la caña como fuente renovable de recursos materiales y energéticos.

El concepto de diversificación ha ido evolucionando, desde producciones con tecnologías simples hasta las más recientes, basadas en la química sintética, la biotecnología y en los procesos de obtención de nuevos materiales. En esta misma razón se ha pasado de índices de valores agregados de la materia prima de alrededor de 5 valores en los menos ventajosos hasta 20 en los productos de elaboración más complejos.

En el caso de Cuba, la diversificación azucarera responde a una estrategia puesta en práctica desde hace más de 30 años, lo que sitúa al país entre los más avanzados en la utilización de los subproductos de la industria y la agricultura de la caña de azúcar, iniciando un desarrollo industrial múltiple que ha tenido su fundamento científico en los resultados de las investigaciones de varias instituciones cubanas lideradas por el Instituto Cubano de la Industria de los Derivados de la Caña de Azúcar, el cual ha divulgado a los especialistas cubanos y extranjeros los principales resultados de sus investigaciones.²

II Desarrollo

2.1 .Posibilidades de la Industria de la caña de azúcar

El desarrollo potencial de la industria a partir de la caña de azúcar, se fundamenta en las posibilidades de la biomasa como fuente de productos químicos y energía,³ y será económicamente factible sólo mediante una sólida integración agroindustrial, pues en la evolución del uso de los subproductos nos encontramos ahora en el momento en que las producciones derivadas comienzan a integrarse estrechamente con las azucareras, de modo que puedan aprovecharse las ventajas de una y otra producción desde los puntos de vista tecnológico y energético, y de situaciones coyunturales del mercado azucarero donde los residuos agrícolas y efluentes industriales correctamente utilizados puedan pasar a jugar un papel importante en la competitividad de la industria de la caña de azúcar. La matriz DAFO de la biomasa ha sido propuesta por Cunningham⁴ y ampliada por González⁵ de la manera siguiente (Tabla 1)

Tabla 1. Matriz DAFO de la biomasa

Fortalezas	Debilidades
Recursos abundantes.	Escaso desarrollo de infraestructura tecnológica
Cadena insumo producto.	Problemas de integración energética no resueltos
Costos.	Cultivo cíclico
Tecnologías Simples	
Estructuras de Costo que obliga al regionalismo	
Oportunidades	Amenazas
Recursos subexplotados.	Que el valor agregado se incorpore fuera de la región.
Posibilidades de explotación colaborativa.	Limitaciones de capital para el desarrollo
Posibilidades de incorporación del valor agregado en la propia región.	Competencia en el mercado de productos establecidos.
Desarrollo sostenible.	

La experiencia cubana en el desarrollo de los derivados, desde el punto de vista de sus materias primas, complejidad tecnológica y valor agregado del producto, está caracterizada por cuatro generaciones de productos cuyos límites y alcances están fijados en forma convencional.

La primera generación corresponde al uso directo de los subproductos o de derivados, con un bajo nivel de procesamiento de las materias primas originales.

La segunda generación la integran las producciones que utilizan como materia prima subproductos y productos intermedios del proceso, se caracterizan por tecnologías de baja y media complejidad y dan lugar a derivados de características propias.

La tercera generación es la de productos obtenidos por la transformación química y bioquímica de derivados de la segunda generación y el azúcar, dan lugar a nuevos productos con propiedades diferentes a la materia prima que les dio origen. Parten de tecnologías de mediana y alta complejidad.

La cuarta generación pertenece a los productos obtenidos a partir de: subproductos, derivados de segunda y tercera generación, dando lugar a productos de alto valor agregado, precursores o productos de otros procesos. Parten de tecnologías químicas y bioquímicas de alta complejidad.

La estrategia en el desarrollo de los derivados en muchos países, ha estado dirigida a la obtención de productos con el mayor valor agregado, que utilicen además de los subproductos diferentes productos intermedios del proceso azucarero.

Partiendo de estas consideraciones, los siguientes son los criterios básicos que han servido para la selección de las alternativas más convenientes de producción de derivados.⁸ (Tabla 2).

Tabla 2. Criterios básicos para la selección de alternativas

Selección de alternativas de diversificación
Alternativas de alta respuesta económica
Esquemas tecnológicos integrados
Eficiencia energética
Economías de escala flexibles
Desarrollo prioritario de la alimentación animal
Desarrollo compatible con el medio ambiente

Se deben seleccionar las alternativas de producción de acuerdo con las condiciones locales, que permitan revalorizar lo más posible, la caña y los subproductos como materias primas. Se debe considerar además, las alternativas de uso de variedades de caña de azúcar con características dirigidas a la producción de derivados, que tengan alto contenido de fibras, o alcancen su máximo desarrollo vegetativo o de contenido de azúcares simples en periodos más cortos de tiempo que las variedades tradicionales para producciones fermentativas.

La producción de derivados debe enfocarse, siempre que las condiciones lo permitan, combinada con la de azúcar a través de esquemas tecnológicos integrados, vinculados entre sí, desde el punto de vista del proceso y energético. Esto permitirá la utilización de los jugos más pobres de diferentes etapas de la molienda y de los filtros; para procesos fermentativos, el uso de las mieles intermedias en la alimentación animal y otras posibles combinaciones. Estos esquemas deben concebirse en forma de ciclos tecnológicos cerrados, de manera de aprovechar todos los residuos para su conversión en productos útiles, al mismo tiempo que reciclar las aguas dentro de las fábricas para evitar la contaminación ambiental.

En el aprovechamiento de las reservas energéticas de los procesos de producción de azúcar aparecen dos direcciones: la cogeneración y el uso eficiente del vapor, que a su vez permiten la obtención del bagazo sobrante. Las ventajas de la cogeneración ya fueron presentadas y son el resultado de obtener vapor en las calderas a mayores presiones y

temperaturas, con lo que se incrementa la disponibilidad de la energía del vapor, es decir, la energía en la cogeneración proviene de la disminución del consumo específico de kg de vapor por kw-h.

En un número importante de alternativas, en particular las referentes a la alimentación animal, las “economías de escala” deben responder a los volúmenes disponibles de materias primas en el lugar, de manera de minimizar la transportación y manipulación y reducir gastos asociados a estas operaciones. De igual forma las escalas estarán influidas por la demanda local de los productos, lo que permite costos más favorables de comercialización. Estas consideraciones no contradicen las economías de escalas mayores que imponen determinadas producciones con tecnologías de más complejidad y con mayor intensidad de capital.

Debido a las características de la caña como fuente eficiente de energía metabolizable, ésta posee condiciones especiales para dar respuesta a los requerimientos de la alimentación animal, usada directamente o utilizando los residuos de la cosecha y los subproductos industriales. Resulta ventajoso en esta alternativa, la circunstancia de que las inversiones, en la mayoría de los casos, no son altas y que las instalaciones no resultan complejas. A estas cualidades es necesario agregar el hecho de que los cultivos e instalaciones para producir azúcar, se encuentran dispersos por diferentes áreas agrícolas, donde generalmente hay ganadería de diversos tipos o resulta ventajoso su fomento.

El desarrollo de las producciones de derivados induce un incremento en el nivel de contaminación, que puede ser eliminado o atenuado con un adecuado uso y reuso del agua del proceso y la aplicación de los diferentes tratamientos que protejan el medio ambiente.

El desarrollo de los derivados ofrece un variado número de alternativas, entre las que se pueden seleccionar las más convenientes, de acuerdo con las condiciones locales, el mercado, y las facilidades financieras. Los empresarios deben considerar la Diversificación como un complemento de la producción de azúcar que incrementará la eficiencia de la explotación de la caña, y dará mayor sostenibilidad a la economía azucarera.

Entre los países productores de azúcar se encuentran en explotación comercial más de 50 derivados en diferentes escalas. Otros 100 cuentan con factibilidad técnico/económica y su explotación está en función de las oportunidades que se identifiquen en los mercados.

El estado del desarrollo de las tecnologías de derivados en Cuba ha sido actualizado por Gálvez.⁵ Como se conoce, en los últimos años se incrementó el nivel de incertidumbre y complejidad de la vida social y de la transformación económica, política, científica y tecnológica en un mundo cada vez más interdependiente. Además, desafortunadamente, desde el momento en que se concibe un proceso industrial hasta su realización y maduración transcurre un periodo más o menos largo de tiempo. Por otro lado, frecuentemente existe incertidumbre en algunos de los datos para el diseño de los equipos de la planta industrial y muchas veces en el proceso de construcción y montaje de una instalación se introducen cambios que modifican el diseño del autor del proyecto. Esto trae como consecuencia que las condiciones reales a las que se opera un sistema industrial difieran de las que se consideran en su proyección, por lo que en la proyección de una nueva instalación se requiere considerar la incertidumbre de los aspectos tanto técnicos como económicos.

2.2.- Prospectiva tecnológica y Análisis Complejo de Procesos en la estrategia de desarrollo de la in-

dustria de la caña de azúcar

En la práctica de ingeniería muchos problemas de incertidumbre en los datos de diseño se resuelven a través de los estudios a escala de Planta Piloto o tomando valores industriales de instalaciones similares ya existentes.

Cuando se desarrollan nuevos procesos industriales, partiendo de procedimientos de laboratorio, se acrecentan las dudas para el diseño de la instalación industrial, toda vez que operaciones de manipulación de fluidos, calentamiento o separación, por solo citar algunos, se ejecutan en muchas ocasiones en el laboratorio por procedimientos impracticables industrialmente, por lo que deben proyectarse soluciones de ingeniería en el escalado industrial de estos procesos tecnológicos que necesariamente tendrán una gran incidencia en la factibilidad y viabilidad técnica, económica y comercial del proceso estudiado.

Por todo lo anterior, considerar la incertidumbre en el diseño y escalado de los procesos de la industria química y fermentativa se hace un problema cardinal de la ingeniería de procesos, como se comprende es una necesidad y además existen bases científicas para enfrentar este reto.

Precisamente, los problemas de incertidumbre en la ingeniería de procesos, así como los principios metodológicos para su consideración en el diseño de nuevas instalaciones fueron ordenados por Rudd y Watson¹⁴ en cuatro direcciones, a saber:

Los aspectos relacionados con la determinación del mejor ajuste del diseño un proceso a los cambios futuros;

- Los aspectos concernientes a la incertidumbre de los datos de diseño de los equipos.

- Los aspectos relacionados con la consideración de las fallas operacionales de los equipos componentes del proceso tecnológico en el diseño de instalaciones completas.

- Los aspectos relacionados con el efecto de los cambios en el entorno en el diseño y operación de instalaciones de procesos químicos.

Como antecedentes y referidos en la mencionada obra, en la literatura científica aparecieron, entre otros, trabajos como los de los mismos autores, sobre las correcciones en la incertidumbre de los¹⁵ Posteriormente en la literatura internacional han aparecido otros trabajos dirigidos a la consideración de la incertidumbre en la estrategia de procesos químicos, entre los que resaltan la obra de Himmelblau que condensa toda una experiencia en la detección y diagnóstico de fallas en la industria química¹⁰ y de Badea.^{1,2} En Cuba resaltan los esfuerzos de Gallardo,⁶ Rosa¹³ Y Pedraza¹² resumidos por González,⁹ en la consideración de la incertidumbre en la estrategia de procesos.

Debido a lo anterior todo parece indicar que son precisamente las inciertas y complejas circunstancias que se presentan hoy ante la casi totalidad de las organizaciones, en cualquier lugar, lo que hace difícil suponer que estas pueden mantenerse y expandirse en el futuro sin contar con una apreciación suficientemente clara de los posibles caminos que podrían emprender en lo adelante y de las implicaciones que tendrían las decisiones que se tomen en el presente en relación con el porvenir.

Esta necesidad de imaginar los diversos mundos en que nos podría tocar vivir —lo cual, en otro orden, resulta una aspiración inherente a la naturaleza humana— trasciende el tipo de esfuerzo destinado a predecir o adivinar un futuro que, en la realidad, aún no existe y que, además, no es ni único ni predeterminado.

De lo que se trata aquí, en su lugar, es de esa función que en el marco de la actividad gerencial tiene como propósito esencial crear una determinada capacidad anticipatoria ante las distintas situaciones que hipotéticamente podrían ocurrir y que afectarían a la organización; de la preparación de concepciones y propuestas a tomar ante cada una de las posibles circunstancias, a partir de un método de razonamiento lógico, amplio y sistemático, que hace de la evaluación del presente y que persigue establecer los nexos y conexiones de éste con los futuros posibles y probables. Esta función gerencial, que debe ser considerada como componente de un sistema anticipatorio más amplio de gestión estratégica, tiene, ante todo, la misión fundamental

de tratar de anticipar el conocimiento acerca de las condiciones cambiantes del mundo exterior a la organización y de ella misma, así como contribuir al aprendizaje de la mejor manera de vivir en él.

El término “prospectiva”, cuya aparición se ha hecho frecuente en la literatura especializada que sobre técnicas de dirección, administración o gestión se ha publicado en los últimos años en Iberoamérica, expresa la idea de búsqueda de posibilidades, exploración de nuevos campos, localización de recursos.

En efecto, este concepto, que adelanta al más tradicional de pronosticar, que se refiere esencialmente al conocimiento de antemano de qué puede ocurrir, pero sin una posición proactiva o de acción modificativa del posible curso de los acontecimientos, constituye un tipo de reflexión que conduce el análisis y proyección de las múltiples alternativas o variantes que, con determinadas probabilidades, pueden existir en el futuro, partiendo de las posibles actitudes y comportamientos de los diferentes factores o actores que intervienen en una situación o problema y que determinan la adopción de distintas estrategias factibles. Es decir, ya hoy resulta totalmente insuficiente (aunque imprescindible en un principio) contar solo con un conocimiento anticipado de qué puede ocurrir, es necesario además, crear las condiciones para poder actuar antes. En esto estriba una diferencia esencial entre ambos conceptos mencionados.

Por otra parte, rigurosamente hablando, es necesario señalar que la función “prospectiva”, en el contexto de la gestión empresarial, no debía ser identificada con un aspecto particular de esta actividad, ya fuera este el comercial, el financiero, el productivo o incluso el etnológico, debido, entre otras razones, al hecho de que en el mundo actual es cada vez más difícil poder separar o aislar áreas específicas con una naturaleza o contenidos únicos. En la práctica todos los componentes o esferas de una organización se encuentran estrechamente interrelacionados y por esto pierde sentido referirnos a problemas “estrictamente comerciales” o a cuestiones “exclusivamente tecnológicas”.

Es precisamente de la interpretación y armonización de los distintos elementos o planos de la gerencia de donde parece surgir uno de los rasgos más importantes de la competitividad, con lo cual no se niega, sino se reafirma, la necesidad de una especialización de las funciones que debe cubrir cada parte de la organización.

Debido a lo anterior, cuando a la función “prospectiva” se le adiciona el calificativo de “tecnológica” lo que se subraya con esto es el especial significado de esta última esfera en el contexto de la reflexión prospectiva y, en especial, de la que se aplica en los marcos empresariales. Ello, en otro orden, obedece a dos causas principales; la primera es que el factor tecnológico, entendido aquí como innovación tecnológica, constituye un componente esencial del logro de la competitividad; la segunda razón, debido a la debilidad crónica que, en general, se presenta en este aspecto clave de la efectividad y la competencia en los países no desarrollados.

En síntesis, lo fundamental no es por tanto obtener una visión aislada del aspecto tecnológico en el futuro, separada de los demás elementos o “piezas” de la vida económica y social, sino examinar el lado tecnológico en estrecha conjunción con los restantes ingredientes de la actividad de la organización; la influencia de la tecnología sobre ellos y de estos sobre la primera.

En 1977, Michel Godet caracterizó, en forma muy sintética, los principales rasgos distintivos de los enfoques de la previsión “clásica” y de la “prospectiva” y definió este último término como previsión global, cualitativa y múltiple.

Comparación de la previsión y de la prospectiva	
Aspectos	Previsión clásica
Prospectiva	

Visión	Parcial	Global
--------	---------	--------

Variables	Cuantitativas,
objetivas y conocidas	Cualitativas

(cuantificables o no)

Subjetivas (conocidas u ocultas)

Relaciones Estáticas; estructuras constantes.

Dinámicas; estructuras evolutivas

El pasado explica el futuro. El futuro es la razón de ser del presente

Único y seguro Múltiple e incierto

Método Modelos deterministas y cuantitativos Análisis intencional: modelos cuantitativos (análisis estructural) y estocásticos (impactos cruzados)

Actitud hacia el futuro Fuente: (Godet, M., 1977

Pasiva o adaptativa Activa y creativa.

Desde un punto de vista práctico, estas definiciones contienen, explícita e implícitamente, algunos principios metodológicos y conceptuales generales que resultan importantes para comprender correctamente el alcance y la proyección de trabajo de la labor prospectiva en la actualidad.

El Análisis Complejo de Procesos

La complejidad del Análisis Complejo de Procesos consiste ante todo en:

- La inclusión de varias secciones, elementos y etapas o fases del proceso de producción, incluyendo el proceso principal correspondiente y los procesos auxiliares y secundarios decisivos para su efectividad.
- Descubrimiento y aprovechamiento de efectos del sistema para la intensificación.
- La magnitud relativamente grande de los objetivos a que se aspira cada vez y los resultados realmente logrados.

En la aplicación del Análisis Complejo de Procesos a ejemplos prácticos se presenta, casi siempre, junto con resultados económicos concretos, un intento de generalizar las experiencias metódicas. Esto ha contribuido a ganar consenso sobre la posibilidad de utilizar de forma sistemática y controlada, métodos teóricamente fundamentados. En la literatura se presentan métodos generales, estrategias y modelos para la optimización con vistas a la elaboración y evaluación de nuevos objetivos parciales, siendo un estímulo fundamental para la realización de los Análisis Complejos de Procesos,

los trabajos que reflejan una amplia investigación sobre el comportamiento fiable de los procesos tecnológicos. por otro lado debe tenerse en cuenta, el hecho de que con el conocimiento sobre la gran información necesaria para los Análisis Complejos de Procesos y su significación en la seguridad de los resultados, ha aumentado en los últimos años la necesidad de la vinculación con el problema de la indeterminación de la información y el desarrollo de métodos de decisión en los procesos en condiciones de incertidumbre, así como otros relacionados con la aplicación de la computación al Análisis Complejo de Procesos.

Aunque hay experiencias en los países industrializados sobre el Análisis Complejo de Procesos, permanece aún como un problema científico y práctico por resolver su aplicación en las condiciones técnico-económicas de países en desarrollo, en este sentido, para el caso de Cuba, en la Universidad Central de Las Villas se ha venido trabajando en la aplicación y adaptación del método en varias industrias del país.

El Análisis Complejo de Procesos, como vía para lograr la intensificación de los procesos tecnológicos de la industria química, consiste en un amplio análisis científico-técnico y técnico-económico de un proceso existente o concebido, en lo referente a las posibilidades de realización óptima de los objetivos previstos, por ello constituye un elemento importante para tomar decisiones más científicas y responsables.

El Análisis Complejo de Proceso sirve para descubrir las partes débiles en el proceso de producción correspondiente y para la creación de medidas para su eliminación parcial o completa lo que conduce a un aumento de su efectividad, permitiendo de esta forma un mejor aprovechamiento de las materias primas, la energía y los medios de trabajo así como un aumento de los grados de eficiencia de la fuerza de trabajo y el mejoramiento de las condiciones materiales bajas las cuales ellos laboran. La intensificación de la producción mediante el Análisis Complejo de Procesos, requiere la elaboración de objetivos económicos en cada industria de forma concreta, entre lo que se encuentra de acuerdo con la experiencia acumulada:

- Aumento de la calidad y la cantidad de los productos elaborados.

- Disminución de los consumos específicos y absolutos de materiales y energía.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- Ahorro de fuerza de trabajo.
- Disminución de la contaminación ambiental.

Las conclusiones generales acerca de la nueva calidad del Análisis Complejo de Procesos³ se resumen como:

- El Análisis Complejo de Procesos es una vía cualitativamente nueva y un enriquecimiento efectivo de los métodos para la intensificación de la producción.
- Los métodos tradicionales de análisis de procesos se integran en la ejecución de los Análisis Complejos de Procesos.
- De la aplicación de los métodos de Análisis Complejo de Procesos se extraen nuevos conocimientos metodológicos que permiten un incremento de la efectividad de los métodos de análisis parciales de procesos.

Los efectos del Análisis Complejo de Procesos sobre los sistemas estudiados se logran sobre las bases siguientes:

Considerar sistemas de instalaciones y no plantas aisladas, lo cual es válido no solo para las nuevas instalaciones, sino también para la reconstrucción y modernización de las ya existentes.

A partir de las realidades de la situación económica presente y futura, buscar una adaptación más efectiva a las nuevas condiciones materiales y energéticas, así como el equilibrio con el medio ambiente.

- Mejorar dominio de la independencia y ajustes temporales de procesos que se desarrollen en varias fases o etapas.
 - La aplicación de la microelectrónica en los sistemas para los lazos informativos.
- Perfeccionar las condiciones subjetivas dentro del proceso productivo.

Se hace evidente que con la ayuda del Análisis Complejo de Proceso se alcanza tanto una intensificación de las viejas plantas, como también puede prepararse y lograrse la intensificación de modernas instalaciones altamente productivas, estando las direcciones principales de acción del Análisis Complejo de Procesos en la elevación de la disponibilidad de la capacidad de las plantas y con ello en el ahorro de plazas de trabajo, así como

en la reducción del consumo material, energía y productos auxiliares.

Cada Análisis de Procesos tiene que partir de las particularidades específicas del proceso estudiado, de los materiales utilizados, la situación real de los equipos, por lo que en cada caso deben derivarse medidas y propuestas particulares, de manera que se apliquen de forma creativa a cada situación concreta; sin embargo, debe encontrar expresiones cualitativas y cuantitativas de las reservas del proceso, por lo que la complejidad del análisis, comienza con un dominio completo del proceso estudiado, de modo que no se excluye que se encuentren generalizaciones específicas para el Análisis Complejo de Procesos.

La variedad de relaciones dialécticas entre el Método de Análisis Complejo de Procesos y otros métodos para la intensificación y desarrollo de procesos, hace necesaria una valoración y aplicación práctica diferenciada en cada caso, donde están vinculadas al Análisis Complejo de Procesos, las tareas de investigación y desarrollo como premisas fundamentales para el tránsito hacia el logro de la intensificación, que tendrá que descansar necesariamente en un análisis multilateral y pormenorizado de los factores y cambios tecnológicos de la empresa, para lo cual debería cumplirse una previsión global, cualitativa y múltiple que cumpla el requisito de ser instrumento para la acción.

Coincidente con esta necesidad práctica, el Análisis Complejo de Procesos a través de su complejidad ha venido abordando con éxito la consideración de la incertidumbre tanto de la disponibilidad del equipamiento como de los parámetros de operación de equipos e instalaciones industriales o para determinar la necesidad de la profundización científica a través de investigaciones previas basadas en los trabajos de los clásicos. Por lo que no es posible realizar un estudio de Prospectiva Tecnológica sin considerar los modernos métodos de Análisis Complejo de Procesos.

2.3.- Estrategia para la aplicación del Análisis de Procesos en el estudio prospectivo de la industria de la caña de azúcar

Objetivos de la investigación

- Propiciar una estrategia para el desarrollo competitivo de la industria de la caña de azúcar en la región central de Cuba mediante un desarrollo prospectivo integrado de las industrias que fabrican azúcar y un desarrollo de instalaciones productoras de derivados que incluya la reconversión de las instalaciones existentes y el incremento de su diversificación haciendo hincapié en una disminución de los costos productivos de sus diferentes productos en condiciones energéticamente sustentables y ambientalmente compatibles.

- Minimizar el impacto negativo ambiental de las producciones de azúcar y los derivados ya instalados mediante el empleo de tecnologías limpias y el aprovechamiento para la obtención de productos químicos y portadores energéticos de los residuales que se obtengan de las nuevas tecnologías empleadas.

- Propiciar la disminución de los consumos energéticos totales e incrementar los Kwh entregados a la comunidad por los nuevos complejos productivos mediante una adecuada integración y la cogeneración en las industrias.

- Elaborar y evaluar propuestas de inversión que propicien un mayor número de empleos y la disponibilidad de nuevos productos de interés para el consumo de las localidades.

- Determinar las temáticas investigativas, en el campo de la ingeniería química, en las cuales la Universidad Central de Las Villas debe profundizar para poder dar una respuesta satisfactoria a las necesidades que el desarrollo prospectivo de la industria azucarera demandará.

2.4. Resultados a alcanzar

- Una estrategia para el desarrollo competitivo de la industria de la caña de azúcar sobre bases científicamente fundamentadas.

- Una metodología que permita el análisis científico para el desarrollo integrado de combinados productores de azúcar de caña y otros derivados.

- Una propuesta de cambios tecnológicos que permitan minimizar el impacto negativo por el efecto contaminante de la inclusión de productos derivados vinculados a la producción de azúcar de caña.

- Alternativas de desarrollo que permitan sobre bases energéticamente sustentables incrementar las producciones municipales.

- Una propuesta de metodología de trabajo que permita implementar el S.A.M. en las plantas

generadoras de electricidad de la industria azucarera.

Una política científica universitaria, en el campo de la Ingeniería de procesos químicos, acorde con el desarrollo prospectivo de la industria de la caña de azúcar.

Conclusiones

1. Un estudio prospectivo de la industria química y azucarera permite perfeccionar la política científica de la Universidad Central de Las Villas, en las temáticas vinculadas a la Industria de la caña de azúcar, a un largo plazo.

2. La aplicación del Análisis de Procesos en los estudios prospectivos de la industria de la caña de azúcar permite determinar temas concretos de investigación, necesidades de formación de profesionales y científicos y tendrá como beneficio adicional una estrategia científicamente fundamentada en la formación de cuadros científicos.

3. El enfoque prospectivo del desarrollo de la industria química y azucarera vinculada a la definición de la política científica universitaria permitirá que se acrecienten los vínculos Universidad/Empresa en todas sus manifestaciones.

Bibliografía

1. Badea, L. and A. Cutchtache: "Simultaneous material and Heat balances of a Process system under conditions of uncertainty" B8. 28, CHISA'87, Praha, 1987.

2. Badea, L. and A. Cutcutache: "Modelling of Heat Balances under Conditions of Risk and Uncertainty an Application". R6. 22, CHISA '84, Phaha, 1984.

3. Budde, K. U.: "Komplexe Prosessanalyse", VEB deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, D.D.R., 1982.

4. CYTED: El subprograma IV "Biomasa como fuente de Productos Químicos y Energía y sus proyectos de Investigación Precompetitiva y Redes Temáticas", Buenos Aires, 1995.

5. Gallardo, I.: "Análisis de alternativas para la ampliación y reconstrucción de fábricas en la industria del papel", Tesis para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas (PhD), UCLV, 1982.

6. Gálvez, L. "La diversificación y sus ventajas comparativas", Seminario Taller Facultad de

Ingeniería y Arquitectura, Ing. Amin Abel Hasbua, República Dominicana, 1996.

7. González Suárez, E.: "Utilización del Análisis de Procesos en la Intensificación de la Producción en distintas industrias de Cuba", Disertación, 1991.

8. González, E.: "Prospectiva Tecnológica en la industria Química y Azucarera de Cuba", Conferencia Magistral, IV Simposio de Análisis de procesos, UCLV, Santa Clara, Cuba, 1996.

9. González, E.: "Utilización del Análisis de Procesos en la Intensificación de la producción de distintas industrias de Cuba", Tesis para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias (Segundo nivel de Doctorado), Cuba, 1991.

10. Himmelblau, D.M.: *Process Analysis by Statistical Methods*, p.3, New York, John Wiley & Sons, 1970.

11. ICIDCA: *Manual de los Derivados de la caña de azúcar*.

12. Pedraza Gárciga, J.: "Estrategia para el diseño de una planta para la producción de ácido forfórico en condiciones de incertidumbre", Disertación, 1997.

1. Rosa Domínguez, E.: "Análisis de alternativas de Inversión en la industria química considerando la fiabilidad de los equipos" Disertación, abril de 1996.

2. Rudd, D. F.: "The Synthesis of Systems design: Elementary decomposition Theory" *Aiche Journal* (2): 343-349, 1986.

3. Rudd, D.F. and C.C. Watson: *Strategy of Process Engineering*, pp. 269-273, E.R., La Habana, 1980.

4. Zedillo Ponce de León, L. E.: "Mensaje del Secretario Ejecutivo de GEPLACEA al Seminario Internacional", "Generación Comercial de Energía Eléctrica en la Agroindustria Cañera", Guatemala, 15-18 de junio de 1944.