

30

Fecha de presentación: octubre, 2021

Fecha de aceptación: diciembre, 2021

Fecha de publicación: febrero, 2022

GESTÃO DO

CONHECIMENTO NA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO

KNOWLEDGE MANAGEMENT IN THE TRANSFORMATIVE INDUSTRY THROUGH THE APPLICATION OF OPTIMIZATION METHODS

Erenio González Suárez¹

E-mail: erenio@uclv.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5741-8959>

Diana Niurka Concepción Toledo¹

E-mail: dianac@uclv.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4432-140X>

David Muto Lubota²

E-mail: marciodeivy@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5684-8279>

Walter Francisco Quezada Moreno³

E-mail: mfrancisco473@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1637-8767>

Ana Celia de Armas Martínez¹

E-mail: anacam@uclv.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0147-0704>

Juan Esteban Miño Valdés⁴

E-mail: jemino53@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1033-3506>

¹ Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

² Universidade "11 de Novembro". Angola.

³ Universidad de Guayaquil. Ecuador.

⁴ Universidad Nacional de Misiones. Argentina.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

González Suárez, E., Concepción Toledo, D. N., Quezada Moreno, W. F., Albernas Carvajal, Y., De Armas Martínez, A. C., & Miño Valdés, J. E. (2022). Gestão do conhecimento na indústria transformadora através da aplicação de métodos de otimização. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S1), 273-279.

RESUMO

A industrialização de um país exige avanços consolidados na indústria transformadora. Esse desafio faz com que a gestão do conhecimento e da tecnologia sejam considerados fatores decisivos para o impulso econômico das nações, na busca das melhores alternativas de desenvolvimento, desenho e operação de suas instalações. O engenheiro que nelas atua deve enfrentar a análise de alternativas cada vez mais complexas para a tomada de decisão e oferecer a etapa fundamental para a solução do problema na prática, que muitas vezes requer o menor tempo possível. Você deve ter um conhecimento profundo do fenômeno estudado e a capacidade de determinar a possível solução com base nas melhores práticas disponíveis para você. O objetivo deste artigo é discutir os benefícios oferecidos pela aplicação da gestão do conhecimento e o uso de métodos de otimização como ferramentas para os engenheiros tomarem decisões no projeto e / ou condução de processos, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias e assimilação industrial dos fenômenos de transporte, com vista a aumentar a eficiência econômica, ambiental e energética dos processos da indústria transformadora. Este artigo analisa do ponto de vista teórico, os aspectos essenciais dos métodos de gestão do conhecimento, tecnologia e otimização. Adicionalmente, são referenciadas investigações desenvolvidas a partir das demandas desta indústria, nas quais foram apresentadas soluções às demandas estabelecidas com a aplicação dessas ferramentas.

Palavras-chave: Estão do conhecimento, indústria transformadora, métodos de otimização.

RESUMEN

La industrialización de un país requiere avances que se experimenten en la industria transformativa. Este reto hace considerar la gestión del conocimiento y la tecnología como factores decisivos para el empuje económico de las naciones, para la búsqueda de las mejores alternativas de desarrollo, diseño y operación de sus instalaciones. El ingeniero que en ellas labora debe enfrentar el análisis de alternativas cada vez más complejas para la toma de decisiones y ofrecer el paso clave para la solución del problema en la práctica, en la que muchas veces exige el menor tiempo posible. Deberá poseer conocimiento profundo del fenómeno estudiado y la capacidad de determinar la posible solución apoyada en las mejores prácticas de que disponga. Es objetivo de este trabajo argumentar los beneficios que ofrece la aplicación de la gestión del conocimiento y el empleo de los métodos de optimización como herramientas para los ingenieros para la toma de decisiones en el diseño y/o conducción de procesos, desarrollo y mejora de tecnologías y la asimilación industrial de los fenómenos de transporte, con vista a incrementar la eficiencia económica, ambiental y energética de los procesos en la industria transformativa. En este artículo se analiza desde lo teórico, los aspectos esenciales de la gestión del conocimiento, la tecnología y los métodos de optimización. Adicionalmente se referencian investigaciones desarrolladas a partir de las demandas de esta industria en las que se presentaron soluciones a demandas establecidas con la aplicación de estas herramientas.

Palabras clave: Gestión del conocimiento, industria transformativa, métodos de optimización.

INTRODUÇÃO

Uma particularidade da indústria moderna é o interesse de seus especialistas em fortalecer os processos produtivos sob a premissa de obter artigos de alta qualidade com menores custos de produção, nos quais o crescimento da eficiência empresarial desempenha um papel preponderante.

Os processos que se desenvolvem na indústria transformadora, nomeadamente na química de fermentação, visam a obtenção de produtos de elevado valor acrescentado melhorando a eficácia do seu processo tecnológico, tendo em conta que constituem uma fonte de desperdício de agressividade ao meio ambiente e sua minimização. Deve ser considerado, para tal, são utilizadas matérias-primas fundamentais, produtos químicos auxiliares, recursos energéticos, mão-de-obra e instalações de processos industriais que tenham exigido um custo de aquisição e despesas de investimento, sendo os recursos financeiros um requisito essencial para a concretização desse esforço.

Diante de tais propósitos, a indústria moderna exige a aplicação de conhecimentos de engenharia actualizados e criativos, para maximizar a eficiência no uso dos recursos. Qualquer ideia que pressupõe a redução de custos neste sector é uma força que afecta positivamente a eficiência económica.

A economia mundial representa um sistema complexo, constituído por múltiplos eixos, que, embora exerçam funções distintas, influenciam-se directa e indirectamente. Essa característica faz com que os rumos da economia e seus sustentáculos se tornem cada vez mais difíceis na tomada de decisões produtivas em diferentes níveis. A internacionalização do conhecimento, a maior eficiência do trabalho e a máxima rentabilidade da sua produção são os efeitos de uma tendência que se expande neste novo século: a procura de soluções científicas para uma óptima tomada de decisões nas diferentes situações económicas.

O que distingue os tempos económicos uns dos outros não é o que se faz, mas como se faz. O actual contexto industrial exige a experimentação da aplicação da ciência e a introdução dos seus resultados na prática, favorecendo o estabelecimento de estratégias para o desenvolvimento de processos, a utilização de equipamentos tecnológicos mais eficientes e com o menor custo comparativo.

O objectivo deste trabalho é discutir os benefícios oferecidos pela aplicação da gestão do conhecimento e a utilização de métodos de optimização como ferramentas a serem utilizadas por engenheiros para a tomada de

decisão na concepção e / ou condução de processos, desenvolvimento e melhoria de tecnologias. e assimilação industrial dos fenómenos de transporte, com vistas a melhorar a eficiência económica, ambiental e energética dos processos da indústria transformadora, mina e seus links, torna-se cada vez mais difícil tomar decisões na produção em diferentes níveis. A internacionalização do conhecimento, a maior eficiência do trabalho e a máxima rentabilidade da sua produção são os efeitos de uma tendência que se desenvolve neste novo século: a procura de soluções científicas para uma óptima tomada de decisões nas diferentes situações económicas.

O que distingue os tempos económicos uns dos outros não é o que se faz, mas como se faz. O actual contexto industrial exige a experimentação da aplicação da ciência e a introdução dos seus resultados na prática, favorecendo o estabelecimento de estratégias para o desenvolvimento de processos, a utilização de equipamentos tecnológicos mais eficientes e com o menor custo comparativo.

O objectivo deste trabalho é discutir os benefícios oferecidos pela aplicação da gestão do conhecimento e a utilização de métodos de optimização como ferramentas a serem utilizadas por engenheiros para a tomada de decisão na concepção e / ou condução de processos, desenvolvimento e melhoria de tecnologias. e assimilação industrial dos fenómenos de transporte, com vistas a melhorar a eficiência económica, ambiental e energética dos processos da indústria transformadora.

DESENVOLVIMENTO

A gestão do conhecimento e da tecnologia na visão prospectiva da indústria. A vida útil de uma instalação industrial reflecte necessariamente a sua extensão no futuro. Desde a fase de projecto, devem ser asseguradas as melhores condições futuras, de modo que quanto mais incerta e imprecisa a previsão, mais incerto e impreciso será o projecto. Porém, o que é característico é que apenas a etapa inicial é empreendida em uma longa campanha de produção, que envolverá a construção de diversos sistemas tecnológicos ao longo dos anos, tornando a previsão um elemento indispensável, desde erros nas respostas do sistema tecnológico ao futuro as demandas são penalizadas com alto custo.

Esta análise reforça a necessidade de determinar o melhor tamanho inicial de um sistema de processo, as variáveis necessárias ao seu projecto e construção, aspectos que se alcançam a partir de um sistema de previsão de sucesso que conta com uma gestão do conhecimento adequado em concordância com um comportamento pró-activo, que permite aproveitar as oportunidades

que o desenvolvimento técnico-científico pode oferecer à competitividade das tecnologias instaladas, os pontos fortes que a tecnologia oferece por meio de uma análise de concorrência selecionada, provem das acções de inovação tecnológica que permitam mitigar ao longo do tempo as ameaças e fragilidades da tecnologia instalada.

As previsões de interesse para o engenheiro de processo são divididas em dois grupos:

- Previsão de negócios: inclui previsão de demanda de mercado, preços de materiais, energia, produtos acabados, custo, mão de obra disponível, bem como a existência e talento de competitividade comercial.
- A previsão técnica e meio ambiente: inclui previsões de como a natureza pode responder às acções humanas; previsões de vigilância tecnológica sobre questões de interesse para o processo.

Exemplo: previsões da actividade e selectividade do catalisador, durabilidade dos materiais de construção, necessidades de manutenção e substituição de equipamentos, variações nas condições ambientais, como pureza da água e temperatura do ar, um factor determinante na previsão técnica é o aumento da competitividade técnica da sociedade, de modo que ao se estimar o projecto de uma instalação industrial e mesmo a melhor capacidade inicial de um sistema de processo em uma economia dinâmica, se inclua a evolução e projecção de ciência e tecnologia, bem como o aumento da capacidade de aprendizagem tecnológica dos engenheiros de fábrica.

A tecnologia é o factor chave para a competitividade de uma empresa, por isso o olhar dos engenheiros do sector deve estar voltado para o conhecimento das melhores condições para o projecto ou operação de uma tecnologia.

É imprescindível, portanto, gerir conhecimentos na concepção, dimensionamento e condução dos processos da indústria transformadora, considerando as condições óptimas entre as várias alternativas em cada um dos componentes tecnológicos, visto que hoje constitui um problema na engenharia de processos face a esta desafio.

Através da gestão tecnológica, a gestão proativa e sistemática de todos os factores, acções e ferramentas associadas à aquisição ou geração de novos conhecimentos na empresa pode ser executada desde o momento inicial de concepção de um projecto até a colocação do produto no mercado, tudo o que deve ser feito com o melhor de sua capacidade nas condições existentes.

Em avaliações mais concretas do papel da gestão da tecnologia na indústria, as etapas de engenharia e

construção são consideradas momentos relevantes no processo de aquisição e geração de novos conhecimentos. A desagregação tecnológica, a participação no projecto, as actividades de fiscalização técnica, entre outras, têm sido consideradas na literatura sobre o assunto, como ferramentas úteis para a promoção do conhecimento, mas ainda não satisfazem plenamente todas as dimensões dos processos de aquisição e geração de conhecimento.

Adicionalmente, a gestão do conhecimento facilita a realização de um processo de organização, planeamento, produção e controle aplicado à criação de novos conhecimentos neste contexto, ou seja, uma gestão integrada da geração e assimilação de novos conhecimentos e tecnologias de conhecimento. Informação, aplicada às áreas estratégicas e factores críticos de competitividade e relevância de uma organização.

No entanto, para que o alcance desses objectivos seja viável, é necessário realizar uma gestão pró-ativa ou de desenvolvimento oportuna, entendida como a previsão e avaliação das actividades futuras das empresas, sendo a essência de sua gestão, a seleção de oportunidades de negócios e sua avaliação, que é complementada pela gestão de projectos, cujo papel se baseia na formulação e avaliação das mesmas.

Optimização de processos na indústria transformadora

Os métodos matemáticos têm-se tornado um interessante arsenal metodológico para a solução de problemas actuais e futuros da indústria e permitem, não só o desenvolvimento dos processos óptimos, mas também o direccionamento destes com vistas a mantê-los nos regimes óptimos e rotas desejadas.

Dentre esses métodos, os métodos de optimização permitem acentuar as diferenças dos tempos económicos, pois determinam a maneira como as coisas são feitas em um e outro nível de desenvolvimento, porém, os métodos de optimização pela sua própria natureza não podem ser aplicados da mesma forma. Directos para a realidade estudada, mas para modelos matemáticos de um determinado conjunto de manifestações do fenómeno estudado, de modo que só têm um nível prático se reflectirem de forma suficientemente adequada, as situações reais e satisfizerem um certo grau de precisão.

Para unificar as ideias neste trabalho, a definição de optimização é entendida como o processo colectivo de encontrar o conjunto de condições necessárias para atingir os resultados superiores e como critério de eficácia ou parâmetro de optimização, a melhoria ou resultado superior de um processo.

O conceito de ótimo está associado a uma função objectiva, que pode ser dos mais diversos tipos, entre os quais se destacam, entre outros:

- Económicos (lucro, custos, etc);
- Técnico-económico (produção, confiabilidade, vida útil, estabilidade, eficiência);
- Técnico-tecnológico (desempenho do produto, características físicas químicas dos produtos, características mecânicas do produto, características médicas e biológicas dos produtos)

O problema de atingir simultaneamente o extremo para duas ou mais funções de uma ou mais variáveis não pode ser colocado, portanto, antes que um ótimo possa ser estimado, um “critério de optimização” deve ser seleccionado que pode ser uma variável de processo, tal como, o desempenho de um produto, o custo mínimo de um produto com certas especificações de saída, etc.

Com base no critério de optimização, desenvolve-se a função objectiva, que relaciona o “critério de optimização” com as variáveis do processo e nesta análise está a verdadeira chave para optimizar um processo. A base para a optimização de qualquer processo é um conhecimento adequado do mesmo, que permite modelar seu comportamento e, assim, avaliar alternativas de condução ou dimensionamento de processos tecnológicos industriais.

A estratégia de modelagem de sistemas, baseada na divisão em subsistemas que podem ser estudados e modelados em paralelo, permite o desenvolvimento de modelos de sistemas industriais com um mínimo de trabalho experimental e em um tempo relativamente curto (González, et al., 2016). Que abre as perspectivas para a aplicação de métodos de optimização através da utilização de modelos que representem o comportamento do sistema tecnológico simulado, em qualquer instalação industrial.

Os profissionais da engenharia química, ao se inserirem nos processos de produção, e especificamente na indústria de processos químicos e fermentativos, devem assimilar o uso dessas ferramentas com as quais possam contribuir para conduzir processos da melhor forma possível com uma maior eficiência energética, o uso adequado de matérias-primas, competitividade económica, entre outras tarefas a serem realizadas, sem agredir o meio ambiente, aspecto que está contemplado em seus objectivos profissionais.

Aplicações de métodos clássicos a soluções de problemas operacionais e de projeto de equipamentos.

A busca pela eficiência diária passa por decisões que devem ser frequentemente tomadas na gestão do processo produtivo e que o engenheiro químico enfrenta e que às vezes se resolvem em pequenas paradas de manutenção, reparos de capital ou outros momentos de investimento em que possa actuar para mudanças no equipamento instalado por meio de contribuições modestas.

Alguns exemplos desses casos são apresentados a seguir, os quais foram publicados em em revistas de prestígio:

- O sistema de geração de vapor de uma fábrica de papel (González, et al., 1986).
- Optimização da relação ar-combustível em um forno rotativo de produção de clínquer (González & Damas; 1988b).
- Determinação do ciclo ideal de substituição de refratários na zona de clinquerização de um forno rotativo de cimento (González & Damas; 1988a).
- Optimização da relação ar-combustível em um forno rotativo de cimento (González e Damas; 1988a).

Resolução de problemas complexos com a ajuda de métodos de optimização direta

Os métodos de optimização utilizados deparam o ótimo do problema estudado através de procedimentos analíticos, a partir da formulação da função objectiva. Porém, na prática existem problemas em que a função objectiva é muito complexa, dependendo de etapas intermediárias de cálculo no processo, para as quais devem ser utilizados métodos de programação não linear, incluindo métodos de busca direta ou métodos de optimização directa.

Esses métodos são aplicados nos casos em que existe uma função objectiva complexa, onde o parâmetro de optimização é uma função de uma única variável $Y = f(X)$ que pode estar em várias etapas de cálculo, como é o caso, para indicar um por exemplo, o projecto da área ótima de transferência de calor de um trocador ou a altura de uma coluna de destilação, a solução pode ser obter o valor da variável de resposta para vários valores de X .

A ideia básica é fazer a avaliação do parâmetro de optimização (Y) em valores que mudam periodicamente de X . É sem dúvida uma variante a ser considerada em toda a região dos valores de Y , porém, por comparação você pode encontrar o melhor.

Os métodos de pesquisa directa têm um procedimento geral, a saber:

1. Selecione uma base ou ponto de referência que represente uma possível solução básica, avaliando a função objectivo;
2. Encontre um novo ponto, de acordo com o método seleccionado, e avalie a função objectiva da mesma, comparando os resultados com o anterior.
3. Escolha um novo ponto, de acordo com o resultado da comparação, e o ciclo se repete, até que seja alcançado um ponto em que qualquer outro ponto piora os resultados da função objectiva;

De acordo com este procedimento geral, a seleção dos novos pontos pode ser feita de acordo com diferentes métodos, e isso reside na maneira como um se desloca de um ponto a outro.

Um aspecto importante é definir o intervalo de variação das variáveis, conforme o exposto e estabelecendo dois pontos, ou seja, o ponto inicial e uma comparação.

Dentre os métodos utilizados, destacam-se os seguintes:

Métodos de distribuição uniforme: não aproveita os resultados anteriores, consiste em realizar um certo número de experimentos (podem ser teóricos) uniformemente distribuídos e depois fazer o estudo gráfico para eliminar as regiões onde o óptimo não pode existir.

Método dicotômico uniforme: os resultados de cada avaliação stepwise são comparados, o intervalo é dividido em $N / 2 + 1$ áreas iguais, onde N é o número de experiências.

Método dicotômico sequencial: aproveitam-se os resultados anteriores e seguem-se os seguintes passos: a) a região experimental é dividida ao centro "a"; b) um delta (Δ) de variação + isto é, se $a + \Delta$.

O Método Fibonacci e o Método da Regra de Ouro (seção áurea) se destacam com as seguintes aplicações industriais:

- Projecto económico ideal do estágio de preparação de resíduos da destilaria de etanol para produzir creme nutritivo (Jiménez, et al., 2015)

• Aplicações de programação linear

A programação linear, entendida como a optimização de uma função linear sujeita a restrições também lineares, é simples em sua estrutura matemática, mas poderosa em sua adaptabilidade a uma ampla gama de aplicações.

A programação linear é uma técnica que pode ser utilizada para solucionar problemas de interesse da indústria química, tais como:

- Minimizar os custos de transporte entre várias fábricas da indústria química.
- Optimizar a mistura dos fluxos da refinaria para produzir tipos específicos de gasolina com o máximo de utilidade.
- Formular um esquema de produção que considere a previsão de vendas, minimizando o custo de produção e vendas.

No caso específico da indústria de celulose e papel, como na produção de cloro e soda cáustica, seus processos tecnológicos podem ser representados por modelos lineares globais, obtidos a partir da agregação dos modelos lineares dos elementos componentes do processo tecnológico (Fleites, et al., 2020).

Os exemplos de aplicação desse método de optimização apresentam grande versatilidade (Fleites, et al., 2020).

- Estudo da macro localização de uma nova destilaria de etanol considerando os problemas de transporte do mel.
- Optimização das condições de operação da fábrica de celulose de uma fábrica de papelão ondulado.
- Determinação das condições operacionais ideais de uma unidade de produção de celulose para papel branco.

Combinação e análise alternativa de métodos de optimização

No contexto da economia internacional, é fundamental apostar na concretização dos seguintes objectivos:

- Consolidar a política de economia e uso de energia e continuar reduzindo os índices de consumo de energia.
- Garantir o uso adequado dos recursos materiais.
- Reduzir taxas de consumo, perdas e aumentar a recuperação de resíduos reutilizáveis.
- Expandir o uso de capacidades produtivas.
- Melhorar progressivamente a qualidade da produção.
- Promover uma contribuição efectiva da ciência e tecnologia para o desenvolvimento socio - económico de cada país.
- Acelerar a introdução de avanços científicos na produção.
- Aplicativo para assimilação de tecnologia para obtenção de biodiesel de cachaça da indústria da cana-de-açúcar.

O cumprimento destes objectivos requer a avaliação das condições de condução de um processo industrial em diferentes níveis de decisão, pelo facto de algumas condições se tornarem restritivas ou condicionadas por processos externos à instalação industrial em estudo, onde sem dúvida a utilização da matemática desempenha um papel essencial.

Esta situação leva ao uso de métodos de optimização complicados ou à combinação de métodos de optimização simples que permitem encontrar uma solução para a questão de saber quais são as condições reais em diferentes circunstâncias. Para esses casos, uma estratégia especial é necessária para buscar novos conhecimentos e alternativas para resolver o problema.

Casos específicos desta aplicação são exemplificados a seguir:

- Influência da percentagem de mistura no efeito da qualidade e tipo de bagaço sobre o desgaste resplêndido admissível dos discos do refinador monódico (González & García, 1988).
- Optimização das etapas de pré-tratamento da palha da cana-de-açúcar para produção de etanol (Mesa, et al., 2017)
- Optimização dos sistemas de pré-tratamento do bagaço da cana para aumentar a produção (Mesa, et al., 2020)
- Solução para problemas de optimização multiobjectivo em refinarias de petróleo (Cortés, et al., 2021).

Métodos de optimização na avaliação de investidores alternativos.

Por fim, são apresentados exemplos de investigações nas quais foram aplicados métodos de optimização ao processo de avaliação de alternativas de investimento:

- Desenho ideal de instalações industriais descontínuas (Albernas, et al., 2012).
- Desenho ideal de etapas de um processo industrial (Albernas, et al., 2014).
- Determinação da capacidade inicial de uma destilaria considerando a incerteza na demanda e matérias-primas (Oquendo, et al., 2016)
- Incorporação, nas destilarias de álcool existentes, de outras matérias-primas como fontes de açúcares fermentáveis (García, et al., 2015).
- Geração e optimização de tecnologias alternativas para assimilação de tecnologias utilizando biomassa como fonte de produtos químicos (González. et al., 2018).

- Transferência - assimilação de tecnologias de produção de biodiesel a partir da cachaça e a influência da macro localização em sua lucratividade (García, et al., 2019).
- Investimentos em biodiesel de óleo dendém para reciclagem de alumínio em Cabinda, (Muto, et al., 2018).

CONCLUSÕES

A aplicação da gestão do conhecimento e a utilização de métodos de optimização na indústria transformadora de hoje são consideradas uma forma ideal e ao alcance de especialistas para levar em conta para a tomada de decisão nos processos que nela se geram e a eficiência ambiental e energética desejada.

A busca por novos conhecimentos sobre os parâmetros de condução de processos e investimentos na indústria transformadora pode ser alcançada de forma eficiente usando métodos clássicos de optimização.

A consideração das restrições que emanam das realidades dos processos físico-químicos em condições industriais é viável com os métodos disponíveis que permitem chegar a soluções para os problemas que surgem na indústria.

A aplicação de métodos clássicos de otimização é viável em qualquer um dos cenários com recursos de computação limitados ou alta disponibilidade que podem ser acessados por especialistas que trabalham em instalações de indústria transformadora.

Diante das condições e variantes complexas que surgem para avaliar e determinar o melhor projecto ou condições operacionais de uma instalação industrial transformadora, os métodos de optimização directa, a programação linear ou a combinação de métodos simples permitem que soluções para problemas complexos sejam alcançados que afetam o problema de competitividade, utilizando métodos e ferramentas computacionais de apoio à tomada de decisão.

A quantidade de factores que devem ser considerados na aplicação de uma estratégia de processo, torna-se um motivo essencial para intensificar os estudos para a assimilação de softwares existentes, o desenvolvimento de outros complementares e a continuidade de investigações conjuntas entre especialistas do sector. e os centros de geração de conhecimento para ampliar os existentes e ajustados às demandas da atual indústria transformadora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albernas, Y., Corsano, G., González, M., Verelst, H., & González, E. (2012). Procedimiento para la síntesis y diseño óptimo de plantas discontinuas. *Revista Afinidad*, 69.
- Albernas, Y., Corsano, G., Kafarov, V., González, M., & González Suárez, E. (2014). Optimal Design of pre-fermentation and fermentation stages applying non linear programming. *Energy Conversion and Management*, 87 (11), 1195-1201.
- Cortés Martínez, R., Ramos Miranda, F., & González Suárez, E. (2021). Métodos de solución para problemas de optimización multiobjetivo en refinerías de petróleo. *Revista Tecnología Química*, 41 (1), 75-91.
- Fleites Ávila, Y., Martí Marcelo, Y., Albernas Carvajal, Y., Miño Valdés, J. E., & González Suárez, E. (2020). Experiencias de las aplicaciones de la programación lineal en la industria de procesos químicos en Cuba. *Revista Centro Azúcar*, 47(4).
- García Prado R. A., Pérez Martínez, A., González Herrera, I., Villanueva Ramos, G., & González Suárez, E. (2019). Transferencia-asimilación de tecnologías de producción de biodiesel a partir de cachaza y la influencia de la macrolocalización en su rentabilidad. *Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 20 (1), 1- 10.
- García Prado, R., Pérez Martínez, A., Diéguez Santana, K., Mesa Garriga, L., González Herrera, I., González Cortés, M. & González Suárez, E. (2015). Incorporación de otras materias primas como fuentes de azúcares fermentables en destilerías existentes de alcohol. *Revista de la Facultad Ingeniería Universidad Antioquia*, (75), 130-142.
- González Herrera, I., Rabasa Olazábal, G., Pérez Martínez, A., González Suárez, E., & Castro Galiano, C. (2016). Herramienta para apoyar la toma de decisiones en el desarrollo de biorrefinerías. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15(3), 943-951.
- González Suárez, E., & Damas Carreras, S. (1988a). Determinación del ciclo óptimo de reposición del refractario de la zona de clinkerización de un horno rotatorio de cemento. *Revista Tecnología química*, 9 (2), 27-31.
- González Suárez, E., & Damas Carreras, S. (1988b). Posible efecto económico de la optimización de la relación aire-combustible en horno rotatorio de cemento. *Revista Tecnología Química*, 9(4), 85-88.
- González Suárez, E., Peralta Suárez, L. M., Quezada Moreno, W. F., & Concepción Toledo, D. N. (2016). Modelación y optimización de procesos como herramientas para incrementar el impacto científico en la Industria Química y Fermentativa. Comité Editorial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- González Suárez, E., Quezada Moreno, W. F., González Herrera, I. Y, Concepción Toledo, D. N., & Miño Valdés, J. E. (2018) Gestión del conocimiento para la industria química y fermentativa con apoyo de la optimización. UNM.
- González, E., & García, R. (1988). Influencia del porcentaje de mezcla en el efecto de la calidad y el tipo de bagazo sobre el desgaste óptimo permisible de los discos del refinador de simple disco de Damují. *Revista Tecnología Química*, 9 (1), 3-7.
- González, E., Hernández, L., & Ribot Enríquez, A. (1986). Efecto económico de la modernización del sistema de control de la relación aire combustible en una caldera de vapor. *Revista Tecnología Química*, 7(3), 38-43.
- Jiménez López, O., González Morales, V. M., Miño Valdés, J. E. & González Suárez, E. (2015) Diseño óptimo económico de la etapa de preparación de residuos de destilerías de etanol para producir crema nutriente. *Revista Centro Azúcar*, 42 (2), 61-71.
- Mesa, L., Martínez, Y., Barrio, E., & González, E. (2017). Desirability function for optimization of Dilute Acid pretreatment of sugarcane straw for ethanol production and preliminary economic analysis based in three fermentation configurations. *Applied Energy*, 198(15) 299-311.
- Mesa, L., Soares, V., Soares, M., Santos, J., González, E., & Da Silva, S. (2020) Optimization of BmimCl pretreatment of sugarcane bagasse through combining multiple responses to increase sugar production. An approach of the kinetic model. *Biomass Conversion and Biorefinery*. Nature, 1-17.
- Muto Lubota, D., González Suárez, E., Hernández Pérez, J.D., Miño Valdés, J. E., & González Herrera, I. (2018). Inversiones en biodiesel de aceite de palma africana para el reciclado de aluminio en Cabinda, Angola. *Revista Visión de Futuro*, 22 (1), 71-93.
- Oquendo Ferrer, H., González Suárez, E., Ley Chong, N., & Nápoles García, M. (2016). Cálculo de capacidades de producción iniciales óptimas considerando elementos de incertidumbre. *Revista Centro Azúcar*, 43 (2), 24-34.