

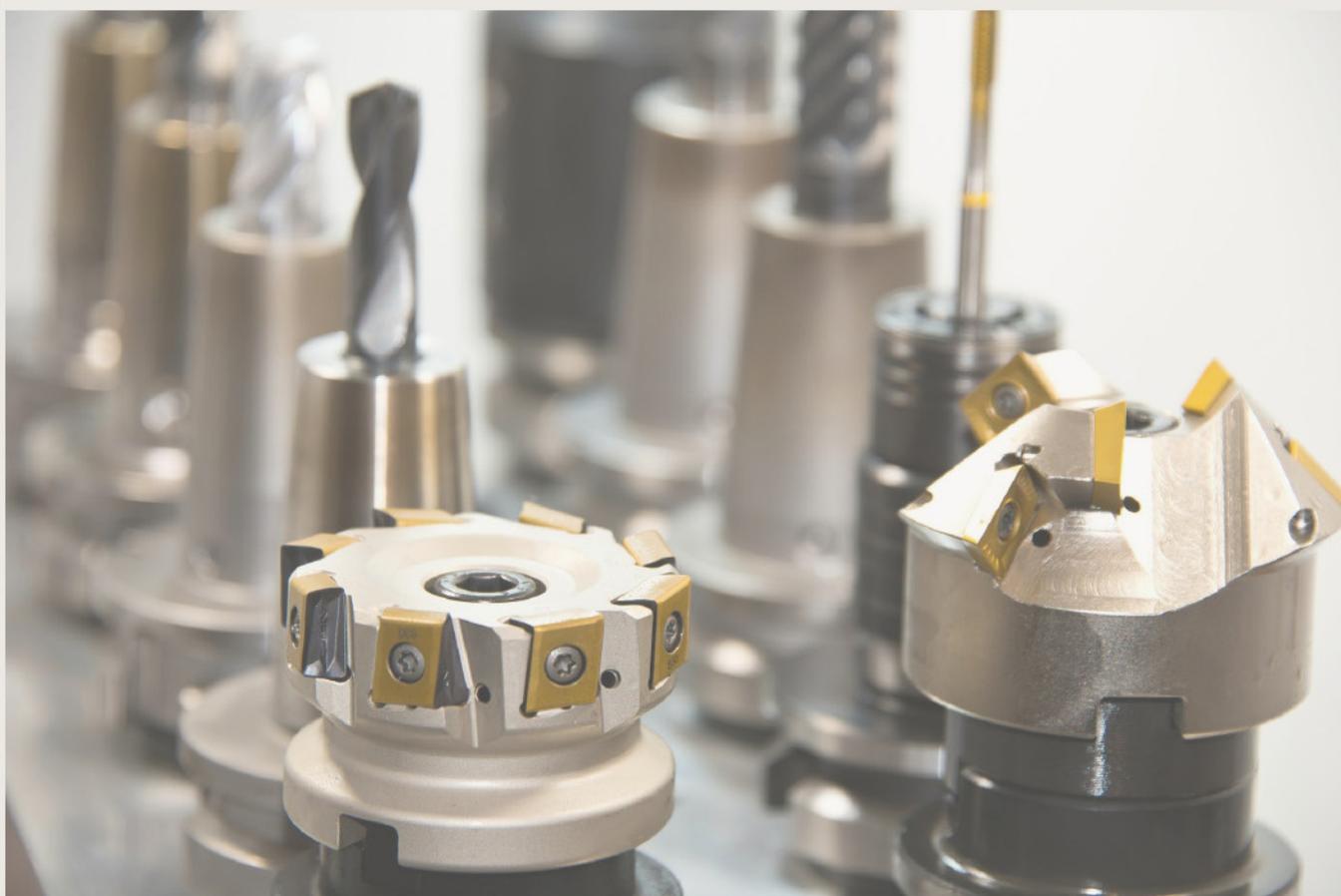
Athenea

Revista en Ciencias de la Ingeniería

Vol. 2, N°6, Diciembre de 2021

DOI: 1047460

ISSN: 2737-6419



Editado por


AutanaBooks
Engineering & Services

ATHENEA JOURNAL

Electronic Journal Edited By AutanaBooks.

Quarterly Periodicity

Our cover



Engineering represents one of the professions that most complements other specialties. Its particular characteristics allow it to support other branches of science, the humanities, and social areas. And it also allows her to grow in herself, be reborn and reformulate herself to offer better results every time.

Public images on pixabay.

TECHNICAL TEAM

-Webmaster and Metadata Ing. Ángel Lezama (Quito, Ecuador).

a2lezama@gmail.com

-Graphic design and layout: Lcda. Eliannys Copeland (AutanaBooks, Ecuador).

mddssnn250195@gmail.com

-Administrative assistant: Lcda. Cruzcelis López (AutanaBooks, Ecuador).

crusceliserkanessi@gmail.com

-Translator: Lcda. Joralci López Herrera (AutanaBooks, Ecuador).

joralci@gmail.com

The articles, opinions and contributions that are published in this journal they do not necessarily represent the philosophy informative or institutional of AutanaBooks and may be reproduced with prior authorization of the Publisher. In case of reproduction, it is appreciated to cite the source and send copies of the medium used AutanaBooks, to the following address: Ecuador, Quito, sector mitad del mundo, Av. Manuel Córdova Galarza y Av. Shyris, Conjunto Jardines de San Antonio, Casa B1. Teléfono: +593 984600573, email: editorial@autanabooks.com

Viewing the Journal:
www.autanabooks.com

DIRECTORY OF THE ATHENEA JOURNAL, IN ENGINEERING SCIENCES

EDITORIAL BOARD

Editora: Dr. Franyelit Suárez, (AutanaBooks, Quito, Ecuador), (Universidad de las Américas, Quito, Ecuador) editorial@autanabooks.com

ACADEMIC COMMITTEE

Dr. Luis Rosales(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre", Vice Rectorado Puerto Ordaz, Puerto Ordaz, Venezuela).

luis.rosals2@gmail.com

Dr. Janio Jadán (Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador). janiojadan@uti.edu.ec

Dr. Hilda Márquez (Universidad Metropolitana de Quito, Quito, Ecuador). amarquez@umet.edu.ec

Dr. Diego Bonilla (Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador). produccion@bhconsultores.com

Dr. David Parra (Universidad Israel, Quito, Ecuador). david.parra@uisrael.edu.ec

Mgt. Alberto Haro (Empresa Enyde.ec, Quito, Ecuador).

alberto.haro@it-solutions-ec.com

Mgt. Gustavo Chango (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador).

gustavo.chango@pucese.edu.ec

Dr. Gloria Peña (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador).

gloria.peña@pucese.edu.ec

Dr. Beatriz Maldonado (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador).

beatriz.maldonado@pucese.edu.ec

Mgt. Karina Mendoza (Universidad UTE, Quito, Ecuador).

karina.mendoza@ute.edu.ec

Mgt. Juan Segura (Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador).

juansegura@uti.edu.ec

Dr. Neris Ortega (Universidad Metropolitana de Quito, Quito, Ecuador).

nortega@umet.edu.ec

Dr. Elsa Albornoz (Universidad Metropolitana de Quito, Quito, Ecuador).

ealbornoz@umet.edu.ec

Mgt. Evelyn Josefina Campos Reyes (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

evelynjosefina@gmail.com

Mgt. María Fernanda Romero Grimán (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

mferromero@gmail.com

Mgt. Francis del Valle Rosas de Serge (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

francisrosas1@hotmail.com

Lcda. Noreddy Moreno (Corporación Misión de María, Santiago de Chile, Chile).

norimoreno@gmail.com

Mgt. Eva del Carmen Ochoa Smith (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

evaechoasmith@gmail.com

Mgt. Martha Lopresti (Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela).

lopresti18@gmail.com

Mgt. José Patricio Quintanilla Silva (Universidad Mayor Santiago de Chile, Santiago de Chile, Chile).

quintanillasilva@gmail.com

Dr. María Cristina Fossi (Centro Clínico de Especialidades, CELIES)

dra.fossi.paz@hotmail.com

Dr. Carlos Fabián Márquez (Cámara de EPS de la Provincia del Oro, Ecuador)

carlosmarquezgranja@yahoo.com

Dr. Yelly Hurtado (Hospital de Figueres-Provincia de Girona-España)

yellyhurtado@hotmail.com

CONTENTS

- 5 Ceballos Bejarano Edison Wernher, Juan Toledo y Huaita Bedregal, Asencio Alejandro ,Educación para la ingeniería moderna
- 11 Francisco Hauser, Reconocimiento de patrones en entornos médicos.
- 15 Cabezas William, Dávila Daniel, Freire Carlos, Hernández Steven y Morales Alexander, Elaboración de Papel a Base del Banano.
- 22 González Lugo Luis José , Importancia del pensamiento estadístico en la ingeniería y su relación con el pensamiento complejo y creativo.
- 28 Echegaray Alberto,Energy balance formation of sub-eutectoid fayalita at high pressures in particle separators.



EDITORIAL

Engineering plays a very important role in modern society, and despite the innumerable applications it offers for solving social problems, it goes unnoticed by the world. Engineering is silent for everyday life, despite the fact that it is present in countless developments in all professional areas.

Recognizing the value of engineering for the world can mean opening up to new technological challenges that offer a better option for industrial, medical, scientific solutions, among others that contribute to the living conditions of humanity.

Engineering is increasingly a professional resource of great relevance for social life, which must be optimized so that the contributions are better and better and that the use of technology allows the improvement of processes.

In volume 2 of the Athenea Journal in engineering sciences, various applications and developments have been addressed that highlight the importance of engineering sciences for the world, and that highlight the fragments of important research that are born and contribute for future solutions.

Franyelit Suárez

Chief Publisher

AutanaBooks



Educación para la ingeniería moderna

Ceballos Bejarano Edison Wernher
eceballos@unsa.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-6830-0355>
Universidad Nacional de San Agustín de
Arequipa, Perú

Huaita Bedregal Asencio Alejandro
ahuaita@unsa.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-2819-1745>
Universidad Nacional de San Agustín de
Arequipa, Perú

Recibido (08/10/21), Aceptado (10/11/21)

Resumen: La educación ha sufrido cambios evolutivos necesarios para poder generar los aportes necesarios para cada época, creando así espacios de discusión que producen nuevas metodologías y nuevos paradigmas para la enseñanza. El caso de la ingeniería resulta muy particular en estos tiempos, y la educación universitaria deberá realizar sus mejores esfuerzos para ofrecer a los futuros ingenieros, las habilidades necesarias para afrontar los retos de la industria moderna. En este trabajo se hace una revisión de literatura para analizar las nuevas propuestas educativas que serán necesarias para la formación del ingeniero en tiempos de digitalización industrial. Los resultados muestran que es necesaria una adaptación a los procesos de enseñanza, tal que sea factible una formación apropiada de la ingeniería, que asista y atienda los requerimientos de la industria del futuro.

Palabras Clave: Metodologías educativas, industria moderna, procesos de enseñanza.

Education for modern engineering

Abstract: Education has undergone evolutionary changes necessary to be able to generate the necessary contributions for each era, thus creating spaces for discussion that produce new methodologies and new paradigms for teaching. The case of engineering is very particular in these times, and university education should make its best efforts to offer future engineers the necessary skills to face the challenges of modern industry. In this work a literature review is made to analyze the new educational proposals that will be necessary for the training of the engineer in times of industrial digitization. The results show that an adaptation to the teaching processes is necessary, such that an appropriate engineering training is feasible, which assists and meets the requirements of the industry of the future.

Keywords: Educational methodologies, modern industry, teaching processes.



I. INTRODUCCIÓN

El presente ha traído consigo eventos inesperados, ha marcado una pauta en los procesos industriales, y ha desencadenado un sinnúmero de aplicaciones de software para distintos escenarios, desde aportes a la educación, a la medicina, a la economía, a diversas áreas profesionales.

La educación ha sufrido cambios significativos en los últimos años, con la presencia de la pandemia por COVID-19, los procesos educativos han tenido que adaptarse a situaciones imprevistas, dejando en evidencia las falencias del sistema educativo y las necesidades de transformación.

La enseñanza en ingeniería no escapa de esta necesidad de cambio, y más aun con los desarrollos industriales que han venido suscitando, con industrias globalizadas, integradas, con procesos automatizados y personal altamente calificado.

En este documento se exponen las revisiones bibliográficas entorno a la educación y su avance metodológico a lo largo de la historia, además se toman en cuenta las enseñanzas en ingeniería y las mejoras necesarias para la formación de profesionales aptos y capaces para la industria moderna.

II. DESARROLLO

Las actividades sociales han ido evolucionando a lo largo de la historia, y en ellas se pueden apreciar conductas que van cambiando con el pasar el tiempo, que se involucran de forma inesperada con los procesos educativos, lo cual conduce a suponer que la educación y la sociedad mantienen un vínculo necesario.

La educación es un proceso que ha estado presente desde siempre en la vida humana, desde sus orígenes no formales, cuando las tribus indígenas debían enseñar a los niños a cazar y pescar para la supervivencia de las colonias humanas, así como a elaborar herramientas, a mantener el fuego, a cuidar de la comunidad [1].

Estos procesos educativos han ido evolucionando de forma simbiótica con los cambios sociales, y se formulan nuevos métodos y nuevas metodologías para la adaptación de la enseñanza a las nuevas formas sociales de las personas. De tal manera que la educación está en constante evaluación y transformación.

Los procesos educativos han ido de la mano con la conducta social, y estas prácticas o procesos educativos son representaciones del rol del docente y sus características profesionales, culturales y asociadas a las políticas de cada región, que condicionan el orden jerárquico de la educación [2].

En este trabajo se evaluarán los procesos educativos en el tiempo, y se analizarán los procesos sociales y sus vínculos inevitables con la educación. Se hará énfasis a la enseñanza en las carreras de ingenierías, y su relevancia para las nuevas propuestas industriales.

Los patrones sociales, las características del entorno, sus percepciones culturales y las tradiciones implícitas en cada contexto, son condicionantes de las evoluciones científicas, técnicas y tecnológicas, y al mismo tiempo retroalimentan las formas de vida de la sociedad.

A. Evolución histórica de la educación

La evolución de la educación (Fig.1), empieza de manera formal, con la educación tradicional, que incluye procesos particulares, que le dieron forma a las estrategias de enseñanza y a la educación como necesidad y principio social. Y se concluirá con la educación del siglo XXI, marcada por una destacada participación de la tecnología.

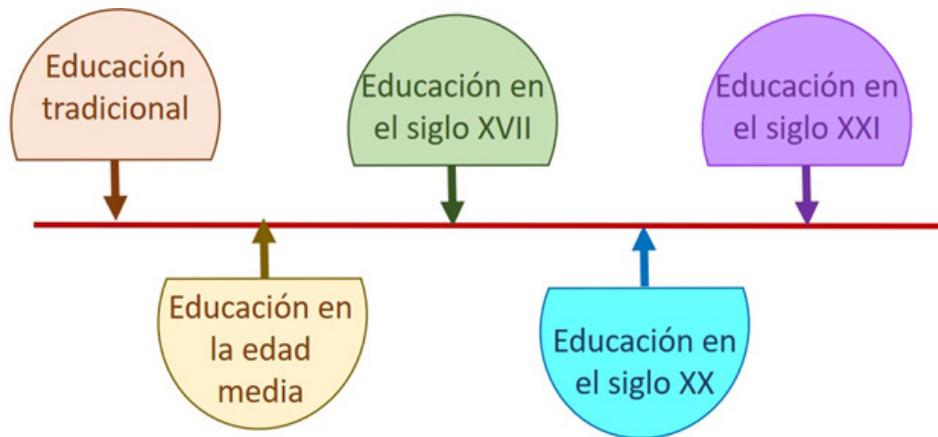


Fig. 1. Evolución histórica de la educación.

El método de Sócrates [3] es el que caracteriza a la educación tradicional, y se fundamenta en las costumbres repetidas, en el aprendizaje basado en la repeticiones teóricas y metodológicas. La educación tradicional nace para asegurarle a las personas una calidad de vida dentro de entornos sociales, por lo tanto, la educación estaba centrada principalmente, en la formación de costumbres, hábitos que permitieran al individuo su inclusión social. Sin embargo, en diferentes regiones se impartía la educación según las necesidades y criterios de los gobernantes, por ejemplo, en Esparta, la educación estaba centrada en la formación de soldados y estrategias de combate, de guerra. Sin embargo, en regiones como Atenas, estaba prohibida la enseñanza militar y se focalizaban en la enseñanza de las matemáticas, la escritura, la poesía, la cultura.

La educación en la edad media, estuvo muy limitada, y el analfabetismo era lo que prevalecía en la sociedad, y solo podían estudiar aquellas personas letradas y clérigos. Priorizaba el humanismo y nace la educación obligatoria para toda la sociedad. Se destaca la enseñanza del lenguaje, de la poesía, y las buenas pronunciaciones al hablar.

En la educación del siglo XVII se ubica al estudiante como eje del proceso de enseñanza [3]. Empiezan los primeros indicios científicos, se realizan experimentos para conocer la explicación de muchas cosas que parecían inexplicables. Nace entonces el concepto de universidad, y se define la educación superior con prácticas y experimentos sustentados por procesos científicos.

Se democratiza la educación, nace entonces la educación pública obligatoria, se evalúa la personalidad de los estudiantes para el desarrollo de profesionales y se toma en cuenta el contexto real de los estudiantes para la formulación de propuestas educativas.

Con el avance de la tecnología en la vida social, se establecen nuevas formas de impartir de la enseñanza, se utilizan herramientas tecnológicas que permiten un paso importante en la educación. El uso de la tecnología en diferentes procesos educativos, resulta de gran relevancia para la sociedad moderna. Las herramientas tecnológicas ya no pertenecen a un claustro, sino que están presentes en la vida natural de las personas.

El siglo XXI trae consigo importantes cambios en la educación, pero además en la sociedad y en la industria. La industria moderna ya no consiste en máquinas que producen un determinado producto, sino que consiste en un conjunto de herramientas de software que hacen posible la integración de consumidores, procesos, productos, y al mismo tiempo se vinculan de forma globalizada.

B.Desafíos de la enseñanza en ingeniería

La ingeniería ha sido la carrera de mayor participación social en las últimas décadas, a pesar de que su presencia suele pasar sin ruido, sus aportes a las distintas áreas profesionales, ha sido de gran importancia en los últimos tiempos.

La industria moderna exige profesionales de amplios conocimientos en diferentes áreas conexas de la ingeniería, como el conocimiento de las ciencias físicas y matemáticas, el conocimiento de herramientas software especializadas, marketing, integración de datos, entre otras habilidades de desempeño personal y profesional.

Las destrezas de los profesionales en ingeniería, se hacen cada vez más necesarias y más diversas, y se requie-

ren cada vez más profesionales con capacidades para afrontar retos complejos y cambiantes. De ahí que la educación en ingeniería deba reformular sus procesos metodológicos para lograr una formación completa del individuo [4], [5].

El desarrollo de plataformas digitales, ha condicionado algunos aspectos de la educación, sin embargo, estas herramientas todavía no han sido debidamente aprovechadas para las necesidades académicas de los tiempos modernos. Pues, la nueva era propone una educación más abierta, que permita una variedad de recursos tecnológicos para el aprendizaje, empezando por actividades virtuales que le permitan al estudiante trabajar al tiempo que estudia, además de permitir una educación multicultural, sin limitaciones de espacio.

A pesar del aporte significativo de la tecnología, aun prevalece una educación tradicional, y hasta el momento solo se han cambiado los escenarios, de físico a virtual, pero se sostienen las mismas metodologías de enseñanza. El estudiante debe cumplir con una asistencia y debe atender al pizarrón que ha dejado de ser verde o blanco para convertirse en unas diapositivas con igual cantidad de contenido. Las metodologías de evaluación continúan siendo iguales, un supervisor de exámenes y un estudiante con intención de aprobar.

III.METODOLOGÍA

Para este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica que evalúa los criterios de la industria moderna y los requerimientos profesionales para la misma, y en función a eso, se establecen las características necesarias que deberán incorporarse en la educación para formar ingenieros aptos y capaces para las nuevas necesidades industriales.

La figura 1 describe los elementos metodológicos aplicados para la revisión que hizo posible este documento. Se utilizó un proceso exploratorio bibliográfico, con métodos de investigación secundarios, fundamentalmente centrada en la revisión de material académico, científico, actas de congresos, trabajos de tesis, entre otros.

Se realizó una selección de documentos técnicos, académicos, con las principales tendencias en educación, así como las exigencias profesionales en ingeniería, con el fin de contrastar estos conceptos y conseguir una visión general de las nuevas necesidades en el perfil del ingeniero, y con ello evaluar las tendencias académicas que deberían ser adaptadas para alcanzar mejores resultados en las universidades.

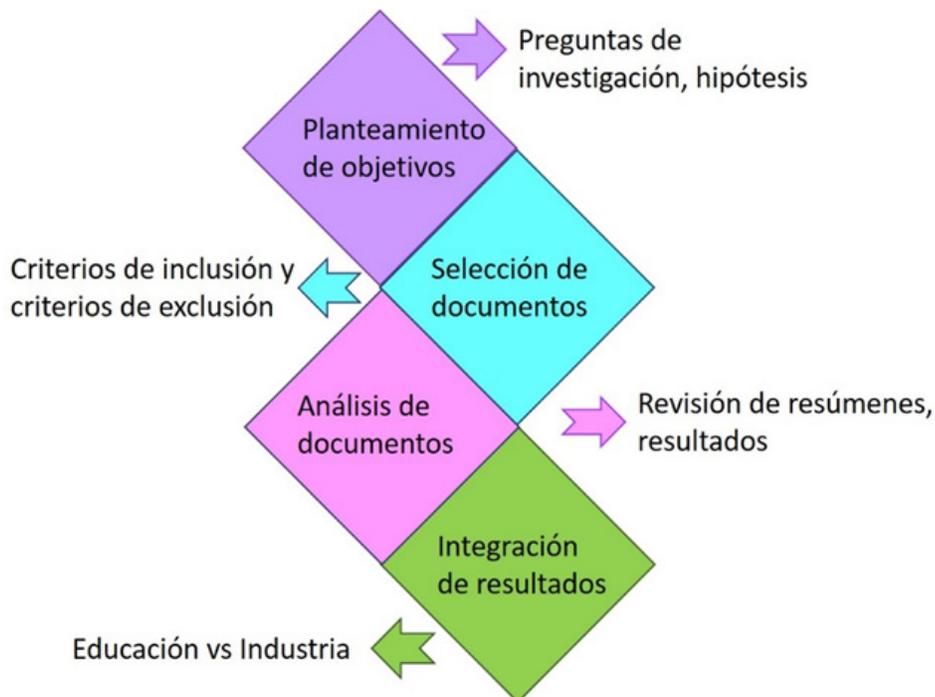


Figura 2. Metodología de investigación realizada para la revisión bibliográfica.

1.Planteamiento de objetivos: se enfoca en el establecimiento de objetivos, para esto se evaluaron los temas de educación más recientes, sobre todo aquellos relacionados con las herramientas tecnológicas, su uso en el proceso

de enseñanza de la ingeniería.

2. Selección de documentos: se tomaron en cuenta los criterios de inclusión de la cadena de búsqueda, que permitieran focalizar el problema a aspectos de la educación actual y de las exigencias industriales.

3. Análisis de documentos: una vez seleccionados los documentos, se tomaron en cuenta los resultados encontrados, principales hallazgos que permitan reconocer las características de la educación en ingeniería donde deben realizarse mejoras.

4. Integración de resultados: una vez evaluados los documentos, la vinculación de los resultados encontrados, permitirá describir los criterios académicos que más deben reforzarse en la educación de profesionales de las áreas de ingeniería.

IV. RESULTADOS

Entre los resultados más destacados, es posible reconocer los siguientes:

1. Las necesidades de transformación de la educación se hacen cada vez más visibles, y resulta imperante que el uso de las nuevas tecnologías ofrezca las opciones necesarias para que los cambios educativos sean acordes a las exigencias industriales, esto quiere decir que no solamente se limite a las oportunidades online de las clases, sino que además se tomen en cuenta los laboratorios, las aplicaciones de desarrollos, y esto se integre a actividades de campo.

2. La figura 3 describe las principales líneas de acción a considerar para el ingeniero en la industria 4.0 y a partir de aquí, la necesidad de evaluar el currículo académico para reformar los aspectos que requieran su mejora y adaptación a las nuevas necesidades industriales.

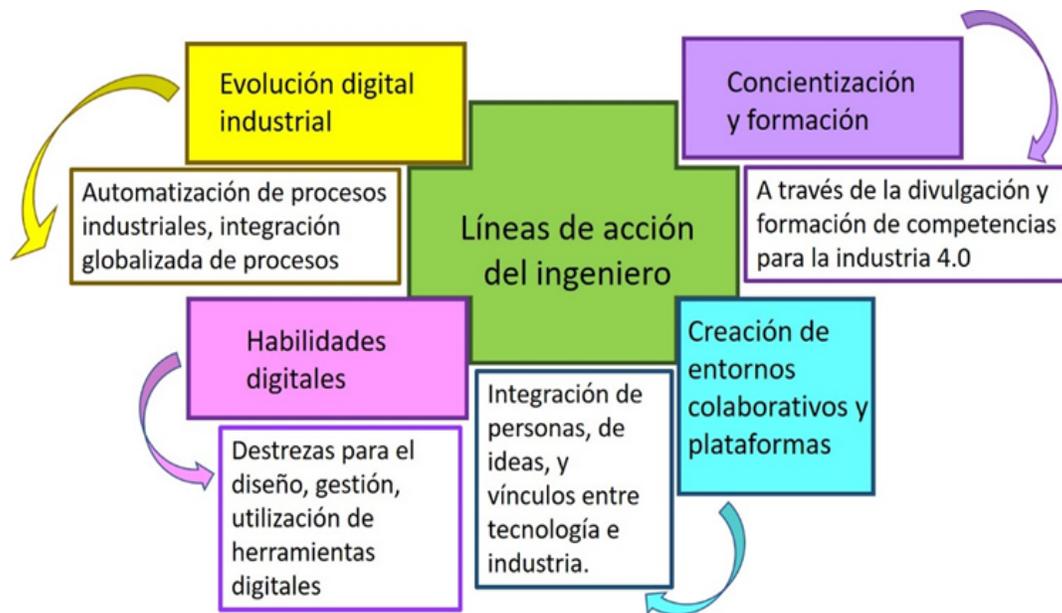


Fig. 3. Líneas de acción a considerar para el ingeniero en la industria 4.0.

3. La educación en ingeniería deberá incluir más desarrollo científico, esto quiere decir, más modelados matemáticos, desarrollos de modelos físicos, simulaciones, que aporten al desarrollo de sistemas industriales óptimos, eficientes y eficaces, que se integren con sistemas multiusuarios, multiplataformas, y globales.

V. CONCLUSIONES

1. La ingeniería juega un papel muy importante en la industria moderna, se hace presente en el desarrollo de nuevas propuestas digitales para la solución y atención de situaciones en la industria. Esta participación se hace cada vez más notoria, y con patrones de exigencias más elevados. El ingeniero del mundo moderno deberá desarrollar habilidades en las herramientas software, pero además capacidades de desarrollo científico, manejo de bases de datos, cálculo matemático, estadístico, aplicaciones digitales y además habilidades blandas.

2. Las reformas en la educación resultan cada vez más necesarias, para estructurar un profesional apto y capaz,

de afrontar retos y de ser moldeable para la adaptación en equipos multidisciplinares y multiculturales, con habilidades de trabajo remoto y con capacidades para discernir y trabajar en equipo.

3. Se deben reforzar las asignaturas en ciencias, específicamente aquellas propias de la física y las matemáticas, que permitan la generación de modelos que faciliten la simulación y comprensión de los procesos.

4. La educación online será por siempre la mejor opción para los profesionales del futuro, y esta nueva visión se integra las nuevas formas de trabajo, nuevas formas de vida y nuevos escenarios industriales.

REFERENCIAS

- [1] La importancia de las letras, «La historia de la educación,» 2010. [En línea]. Available: <http://historiageneralde-laeducacion.blogspot.com/2010/03/historia-de-la-educacion-conclusion.html>. [Último acceso: 27 11 2021].
- [2] V. Guichot, «HISTORIA DE LA EDUCACIÓN: REFLEXIONES SOBRE SU OBJETO, UBICACIÓN EPISTEMOLÓGICA, DEVENIR HISTÓRICO Y TENDENCIAS ACTUALES,» Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, vol. 2, nº 1, pp. 11-51, 2006.
- [3] K. Zambrano, «Línea de tiempo de la historia de la educación,» 13 septiembre 2018. [En línea]. Available: https://prezi.com/p/oashlaqm_uxn/linea-del-tiempo-historia-de-la-educacion/. [Último acceso: 24 noviembre 2021].
- [4] M. Begoña Tellería, «Educación y nuevas tecnologías. Educación a Distancia y Educación Virtual,» Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias, nº 9, pp. 209-222, 2004.
- [5] R. Nieto, «EDUCACIÓN VIRTUAL O VIRTUALIDAD DE LA EDUCACIÓN,» Rev.hist.educ.latinoam, vol. 14, nº 19, 2012.
- [6] R. Pallás-Areny, «LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LA MEDICINA,» [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Pallas-Areny/publication/239813249_La_Ingenieria_electronica_y_la_medicina/links/0deec539fea82baf03000000/La-Ingenieria-electronica-y-la-medicina.pdf. [Último acceso: 27 diciembre 2021].
- [7] H. Medellín, G. González, R. Espinosa, E. Govea y T. Lim, «Desarrollo de Aplicaciones de Realidad Virtual y Sistemas Hápticos en Ingeniería, medicina y arte,» de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, San Luis Potosí-Mexico, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2014, pp. 77-93.
- [8] S. Chris, E. Ray, J. Andrew y L. Jason, «Designing cranial implants in a haptic augmented reality environment,» Communications of the ACM, vol. 47, nº 8, pp. 33-38, 2004.
- [9] G. Sabine, K. Erwin y G. Bernd, «Advances in interactive craniofacial surgery planning by 3D simulation and visualization,» Oral and Maxillofacial Surgery, vol. 24, pp. 120-125, 1995.
- [10] P. Philipp, G. B. Alexander, P. Andreas, V. S. Norman, P. Bernhard, P. Andreas, H. Karl-Heinz, T. Ulf, S. Ingo y H. Max, «Virtual Dental Surgery as a New Educational Tool in Dental School,» Journal of Cranio- Maxillo-Facial Surgery, vol. 38, pp. 560-564, 2010.
- [11] C. Castañeda y F. Vázquez, «Realidad Virtual, un apoyo en la Terapia de Acrofobia, Claustrofobia y Agorafobia,» de Memorias del VIII Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIINDET 2011), Cuernavaca Morelos, México., 2011.
- [12] F. Suárez, O. Flor y L. Rosales, «Sistema de interpretación de conductas para identificación de situaciones de riesgo,» Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, vol. E31, pp. 309-317, 2020.

Reconocimiento de patrones en entornos médicos

Francisco Hauser

<https://orcid.org/0000-0002-9426-6648>

fhauser.ing@gmail.com

JHG Ambiental Limitada

Santiago de Chile-Chile

Recibido (11/10/21), Aceptado (12/11/21)

Resumen: Se presenta un documento con los resultados de diversas investigaciones relacionadas con los patrones de datos, más específicamente aquellos que han sido diseñados para con herramientas computacionales inteligentes. El uso de patrones de datos en la medicina es algo que ha surgido en las últimas décadas y que cada vez más presenta alternativas de desarrollo para proyectos de ingeniería. Se evalúan en este documento diversas publicaciones científicas para relacionar las aplicaciones de ingenierías en la medicina, y contrastar el posible impacto tecnológico que ofrecen las ciencias computacionales.

Palabras Clave: Ingeniería en la medicina, reconocimiento de patrones, ciencias computacionales.

Pattern recognition in medical settings

Abstract: A document is presented with the results of various investigations related to data patterns, more specifically those that have been designed with intelligent computational tools. The use of data patterns in medicine is something that has emerged in recent decades and that increasingly presents development alternatives for engineering projects. Various scientific publications are evaluated in this document to relate engineering applications in medicine, and contrast the possible technological impact offered by computational sciences.

Keywords: Engineering in medicine, pattern recognition, computer science.



I. INTRODUCCIÓN

Los nuevos tiempos exigen aplicaciones computacionales que complementen diferentes gestiones y procesos en casi todas las áreas profesionales. De ahí que los desarrollos de ingeniería sean cada vez más necesarios para atender situaciones sociales e industriales, que aporten de manera tecnológica al desarrollo de funciones y necesidades para el mundo actual.

El desarrollo de las ciencias computacionales, ha sido necesario para la humanidad, desde hace más de dos décadas, y ha aportado de forma significativa, al desempeño de diversas áreas industriales. En la medicina, el uso de las herramientas tecnológicas, ha sido un importante aporte para el diseño de equipos, mejoramiento de procesos y optimización de respuestas.

Algunos autores [1] afirman que la ingeniería pasa desapercibida en la sociedad, cuando realmente ofrece un importante aporte en todas las áreas médicas, desde el monitoreo fetal, los ecos de distintas categorías, las resonancias, los sistemas de bioanálisis, las incubadoras para neonatos, los medidores de presión, los escáneres, y un sinfín de equipos que facilitan la labor clínica y que contribuyen a las ramas médicas.

Otras investigaciones [2] mencionan el uso de la ingeniería y la tecnología en diferentes escenarios médicos, que incluyen el diseño de prótesis e implantes [3], sistemas de cirugía por computadora [4], entrenamiento quirúrgico [5], rehabilitación, y tratamientos o terapias para cierto tipo de enfermedades como las fobias [6].

II. DESARROLLO

El reconocimiento de patrones ha sido necesario en la vida del ser humano desde tiempos remotos, donde reconocer huellas para los cazadores resultaba una tarea importante para la supervivencia de las poblaciones. Así mismo a lo largo de la historia, se han visto un sinfín de aplicaciones que han requerido el reconocimiento de patrones para poder encontrar soluciones a diversos problemas.

Para poder comprender el reconocimiento de patrones, es necesario desarrollar el pensamiento computacional, que permite a las personas comprender la forma de resolver un problema. Este tipo de pensamientos es ampliamente utilizado en las actividades diarias, además de ser necesario para el desarrollo de software. Existen cuatro pasos básicos para el pensamiento computacional:

Descomponer: Consiste en desagregar el problema mayor en pequeñas situaciones más pequeñas que puedan ser manejables.

Reconocimiento de patrones: encontrar similitudes entre los problemas, que puedan reconocerse como un patrón.

Abstracción: clasificar la información y distinguir únicamente la que es importante, quitándole interés a las que no tienen mayor importancia.

Algoritmos: crear procesos para la resolución de un problema.

Desarrollar el pensamiento computacional para la solución de problemas, puede ser una herramienta de gran utilidad para las personas, que les permitirá atender una variedad de situaciones diarias. Sin embargo, este tipo de pensamientos ayuda grandemente en la generación de soluciones médicas, por ejemplo, reconociendo los patrones del COVID, han podido desarrollarse vacunas.

Así mismo, el uso de patrones faciales ha permitido un importante avance a las ciencias policiales, pero además a las ciencias médicas [7]. Lo cual ha permitido mejorar la atención en la asistencia médica, los procedimientos de salud, los exámenes de exploración médica, entre otros.

III. METODOLOGÍA

En este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las aplicaciones médicas que han sido desarrolladas con ingeniería, y se han tomado en cuenta distintas técnicas de ingeniería para su análisis. Se han tomado en cuenta los aportes a la medicina y a la salud, a los servicios clínicos. Para la revisión y evaluación de documentos, se consideró un procedimiento metodológico descrito en la figura 1.

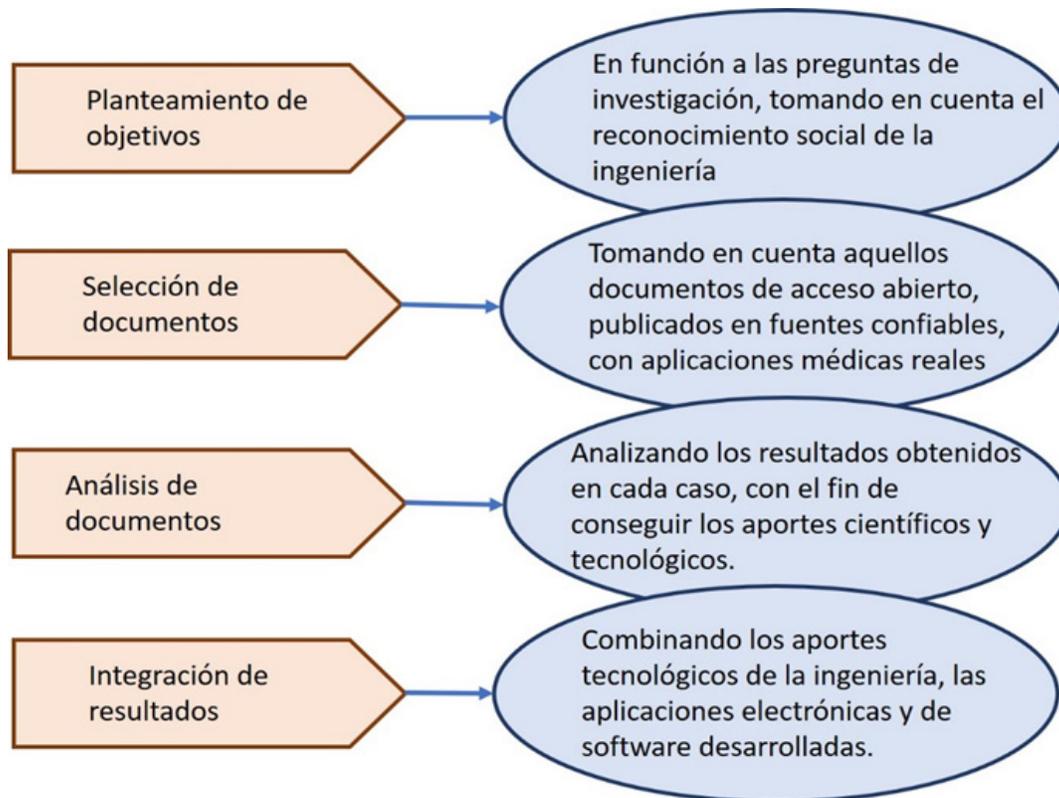


Figura 1. Metodología de investigación realizada para la revisión bibliográfica.

IV.RESULTADOS

Entre los resultados más destacados, es posible reconocer los siguientes:

1.La ingeniería en general aporta grandes soluciones a la comunidad científica, y desde hace varias décadas, ha aportado de forma más significativa en diferentes equipos para la salud, que comprenden una variedad muy amplia, desde equipos de endoscopia, ecos para múltiples aplicaciones, reproducción de imágenes, exploración en zonas complejas, hasta sistemas de gestión que facilitan los procesos clínicos.

2.Las ramas de la ingeniería más utilizada para aplicaciones medicas son aquellas relacionadas con software, informática, electrónica, electromecánica y mecánica. Sin descuidar que estos desarrollos llevan una importante carga tecnológica, muchas veces de alto nivel.

3.Las aplicaciones para la salud basadas en reconocimiento de patrones, son utilizadas ampliamente para diversas situaciones médicas, que incluyen el reconocimiento de rostro, reconocimiento celular, reconocimiento de conductas, reconocimiento de síntomas, entre otras, que permiten establecer similitudes y realizar clúster de datos e información.

4.El uso de la inteligencia artificial en el reconocimiento de patrones, puede ser una de las herramientas más utilizadas en el presente, ya que ofrece un importante desempeño en el manejo de volúmenes de datos, aprendizaje profundo y optimización de resultados. Una gran variedad de algoritmos inteligentes es utilizada para el desarrollo de soluciones médicas, que incluyen algoritmos genéticos, redes neuronales artificiales, máquinas de soporte vectorial, y entre otras muchas que aportan al desarrollo de sistemas para la salud, y que pasan desapercibidos para el mundo.

V.CONCLUSIONES

1.La ingeniería ofrece en el mundo moderno importantes aportes, y se ha convertido en la carrera profesional con más aplicaciones para otras áreas profesionales. Esto quiere decir que la ingeniería aporta a una gran diversidad de soluciones en áreas variadas. En la industria 4.0 la ingeniería jugará un papel muy importante que ofrecerá al mundo la integración de procesos y la predicción de soluciones para todo público. Logrando que los sistemas

industriales se incorporen a la globalización. Por otro lado, la ingeniería en las aplicaciones médicas, ha resultado ser un importante aporte para la ejecución de exámenes médicos avanzados que permiten conocer a profundidad una variedad de problemas de salud, detección temprana de enfermedades y atención en tratamientos efectivos.

2. El reconocimiento de patrones en la atención médica, es una alternativa viable y confiable para el desarrollo de aplicaciones que ofrezcan soluciones apropiadas a las distintas dolencias que puedan afectar a las personas, y a su vez, la solución a problemas de gestión, tratamiento de datos, manejo de equipos médicos, diseño de prótesis y demás opciones que puedan surgir en la atención clínica.

REFERENCIAS

- [1]R. Pallás-Areny, «LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LA MEDICINA,» [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Pallas-Areny/publication/239813249_La_Ingenieria_electronica_y_la_medicina/links/0deec539fea82baf03000000/La-Ingenieria-electronica-y-la-medicina.pdf. [Último acceso: 27 diciembre 2021].
- [2]H. Medellín, G. González, R. Espinosa, E. Govea y T. Lim, «Desarrollo de Aplicaciones de Realidad Virtual y Sistemas Hápticos en Ingeniería, medicina y arte,» de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, San Luis Potosí-Mexico, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2014, pp. 77-93.
- [3]S. Chris, E. Ray, J. Andrew y L. Jason, «Designing cranial implants in a haptic augmented reality environment,» Communications of the ACM, vol. 47, nº 8, pp. 33-38, 2004.
- [4]G. Sabine, K. Erwin y G. Bernd, «Advances in interactive craniofacial surgery planning by 3D simulation and visualization,» Oral and Maxillofacial Surgery, vol. 24, pp. 120-125, 1995.
- [5]P. Philipp, G. B. Alexander, P. Andreas, V. S. Norman, P. Bernhard, P. Andreas, H. Karl-Heinz, T. Ulf, S. Ingo y H. Max, «Virtual Dental Surgery as a New Educational Tool in Dental School,» Journal of Cranio- Maxillo-Facial Surgery, vol. 38, pp. 560-564, 2010.
- [6]C. Castañeda y F. Vázquez, «Realidad Virtual, un apoyo en la Terapia de Acrofobia, Claustrofobia y Agorafobia,» de Memorias del VIII Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico (CIINDET 2011), Cuernavaca Morelos, México., 2011.
- [7]F. Suárez, O. Flor y L. Rosales, «Sistema de interpretación de conductas para identificación de situaciones de riesgo,» Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, vol. E31, pp. 309-317, 2020.

Elaboración de Papel a Base del Banano

Cabezas William

<https://orcid.org/0000-0002-5555-3169>
william.cabezas@udla.edu.ec
Universidad de las Américas
Quito-Ecuador

Dávila Daniel

<https://orcid.org/0000-0002-9383-0729>
daniel.davila.escobar@udla.edu.ec
Universidad de las Américas
Quito-Ecuador

Freire Carlos

<https://orcid.org/0000-0003-0564-1942>
carlos.freire@udla.edu.ec
Universidad de las Américas
Quito-Ecuador

Hernández Steven

<https://orcid.org/0000-0003-2159-3688>
steven.hernandez.lopez@udla.edu.ec
Universidad de las Américas
Quito-Ecuador

Morales Alexander

<https://orcid.org/0000-0002-8104-5328>
alexander.morales@udla.edu.ec
Universidad de las Américas
Quito-Ecuador

Recibido (08/10/21), Aceptado (10/11/21)

Resumen: El papel es uno de los elementos más utilizados en la sociedad moderna, a pesar que su invención data de épocas remotas. El papel es utilizado para diferentes fines domésticos, laborales e industriales. Su fabricación se realiza a partir de pulpa celosa y fibras vegetales, que han tenido un importante impacto ambiental en los últimos años. En este trabajo se propone el análisis de la elaboración de papel a partir del uso de residuos de la planta de banano, lo que podría ofrecer una mejor utilización de los recursos naturales y un menor impacto a la naturaleza. Además, la fibra natural del banano es resistente y es de fácil obtención en países de Latinoamérica como Ecuador, quien presenta una elevada producción del mismo. Los resultados encontrados muestran que si es posible la elaboración de papel con fibra de residuos del banano y que es posible la comercialización y buen uso de los recursos.

Palabras Clave: Papel orgánico, residuos de plátano, protección ambiental.

Manufacture of Banana-Based Paper

Abstract: Paper is one of the most used elements in modern society, despite the fact that its invention dates back to ancient times. The paper is used for different domestic, labor and industrial purposes. Its manufacture is made from cellulose pulp and vegetable fibers, which have had a significant environmental impact in recent years. This work proposes the analysis of the production of paper from the use of residues of the banana plant, which could offer a better use of natural resources and a lower impact on nature. In addition, the natural fiber of bananas is resistant and is easily obtained in Latin American countries such as Ecuador, which has a high production of it. The results found show that it is possible to make paper with fiber from banana residues and that it is possible to commercialize and make good use of resources.

Keywords: Organic paper, banana waste, environmental protection.



I.INTRODUCCIÓN

Actualmente en la Amazonía cada segundo se pierde una cantidad de árboles similar al tamaño de una cancha de fútbol [1]. Lo cual supone un gran impacto para todas las especies que son parte de este ecosistema selvático. Lo mismo sucede en distintas partes del mundo como en España que durante 30 años se perdieron aproximadamente la cuarta parte de bosques de encinas [cita]. Una de las industrias que tienen gran parte de responsabilidad en esto es la de elaboración de papel. En ese sentido es que se propone en este trabajo, el aprovechamiento de los desechos de la planta de banano para generar papel a partir de estos.

Al analizar lo porcentaje importante que se emplea en el uso de la celulosa para producir el papel blanco, el que normalmente es utilizados utiliza un 90% de celulosa de los árboles, podemos llegar a la conclusión que el proceso que este necesita es nefasto no solo a nivel económico, sino que también a nivel ambiental, puesto que se consumen 48 kilos en promedio por habitante [1], pero también se debe analizar cuánto es el consumo promedio en la producción de celulosa para los árboles de los cuales podemos tomar más o menos 100 kilos por árbol [2], si hacemos un cálculo de los habitantes del planeta por la cantidad de kilos necesarios y los dividimos para los kilos por árbol encontramos que en promedio se talan 3696 millones de árboles y si tomamos en cuenta un promedio de 200 árboles por hectárea dando un resultado de 18 millones de estas, es decir, esto genera una deforestación de 9 millones de canchas futbol por año.

El Ecuador es un país bananero que se encuentra entre los principales exportadores a nivel mundial con un promedio de seis millones de toneladas métricas con una rentabilidad de dos millones y medio de dólares [2]. En el territorio ecuatoriano existe un promedio de ciento sesenta y dos mil hectáreas de banano sembrado las cuales producen raquis que consiste en el desecho de la planta del banano [3]. Por esta razón, y tomando en cuenta que el sector productor de papel no sólo es importante a nivel económico sino también en el plano ambiental, el uso de este desperdicio representa una forma de preservar el medioambiente ecuatoriano.

Al mencionar al Ecuador como un país de actividades agrícolas, se puede obtener una serie de ventajas que se pueden generar para dar un mejor incentivo a esta economía. Estas actividades suelen ser como la cosecha de los frutos de las plantas que se dan en la costa ecuatoriana. Los cultivos que más resaltan en esta región del país son comúnmente los cultivos del plátano. La tarea que realizan los agricultores es cultivar y cosechar, para luego venderlos, entonces al ejercer este trabajo, genera residuos de las plantas [4]. El aprovechamiento al máximo de los residuos no es conocido por los agricultores, de manera que estos pueden ser reutilizados para obtener otros productos derivados para alimentos o de fabricación de papel.

Por otro lado, vale identificar aquellos aspectos negativos que se encuentran asociados hacia la producción de papel, puesto a que varias organizaciones han determinado que se persiste en la utilización de agentes blanqueantes clorados o sustancias químicas tóxicas, las mismas que producen muchas veces la contaminación del aire y agua [3]. Por parte de los clientes esta introducción a nuevos productos resulta ser un poco extraño, ya que las personas se han acostumbrado al consumo de papel normal, lo cual la mayoría al cambio o a esta nueva innovación mientras que una pequeña parte de consumidores están de acuerdo con la preservación de los recursos como el pseudotallo del banano [4].

En este trabajo se analizan los costos de producción del papel y su impacto ambiental, y se contrasta con la alta demanda que posee con respecto al mercado, debido a la participación de las personas para atender las distintas necesidades [5]. Sin embargo, el costo de producción del papel se ha incrementado por las diversas materias primas que se ocupan para su elaboración, siendo más ecológicos con el medio ambiente y con la salud de las personas. A día de hoy el reciclado de papel es muy importante para evitar a futuro una sobreexplotación de los recursos que lo sufrirán las futuras generaciones [3].

Asimismo, una producción sostenible del papel en base al plátano resultará ser más beneficiosa para disminuir el estrés sobre los recursos forestales, el alto grado de cultivo y de consumo en estos últimos tiempos se ha convertido en el segundo cultivo frutícola más grande del mundo [6]. Además, los principales productores del banano son China, Filipinas, India y Ecuador, donde en Ecuador se trata de obtener papel orgánico a base del tallo del banano así ahorrando la tala de árboles que en la actualidad se encuentran en exceso. Es por ello que, la innovación en Ecuador de la elaboración de papel, ha traído consigo de que otros países quieran implementar un nuevo producto al mercado que generen mayor valor agregado para los consumidores y la empresa como tal.

Dada la oportunidad de poder inferir en el tema de costos de producción del papel y su impacto ambiental y la oportunidad de ser un país bananero, toda la materia prima se encuentra a un nivel alcanzable, debido a la gran cantidad de hectáreas plantadas de banano y los usos que se están dando a sus desperdicios, creando de esta ma-

nera un ingreso extra para productores, mientras profundizamos en las técnicas necesarias para producir un papel alternativo de alta calidad, considerando que el nicho de mercado está presente, pero en un constante crecimiento debido al desarrollo de la conciencia humana y el afán de que el paso por nuestro planeta sea más amigable con el mismo. En este trabajo analizaremos los costos de producción del papel tradicional en contraste con el papel a partir del residuo del banano y su impacto ambiental, la oportunidad de ser un país bananero y tener la materia prima a nuestro alcance debido a la gran cantidad de hectáreas plantadas de banano y los usos que se están dando a sus desperdicios, creando de esta manera un ingreso extra para productores, mientras profundizamos en las técnicas necesarias para producir un papel alternativo de alta calidad, considerando que el nicho de mercado está presente pero en un constante crecimiento debido al desarrollo de la conciencia humana y el afán de que el paso por nuestro planeta sea más amigable con el mismo.

Además, para la creación del papel se plantearán dos metodologías. La primera busca un papel de tono oscuro tipo color café de textura rugosa, mientras que en la segunda se aplica más tiempo de remojo previo a su cocción obteniendo un papel de tono medio de color beige presentando una textura más fina. De igual forma, la alta aceptación que tiene el papel en el mercado resulta ser una vía más clara para que las personas se adapten al cambio de un nuevo producto y lo que significaría a nivel mundial a que se vuelva un consumo del día a día [5]. Es por ello que, se debe fomentar desde una cultura ambiental con la fabricación del papel orgánico por parte de las distintas organizaciones que saben que se encuentran en un cambio latente con respecto a los productos como el papel. En la actualidad existe una creciente tendencia por la utilización de productos ecológicos o que fomenten el desarrollo sustentable. Por otro lado, el papel como tal no tiene un producto sustituto y es por ello que el papel elaborado a partir del pseudo tallo de banano tiene una demanda potencial alta. Además, se debe tomar en cuenta que en Ecuador el papel se importa de Canadá, Chile, Brasil y EE. UU., de tal manera que al ser este un producto local puede también ayudar a reducir costo de importación. El importar de pulpa de árboles en el Ecuador tiene un impuesto del 12% ese sería otro costo que se reduciría con este producto.

Este trabajo constará de cuatro partes en donde explicaremos este proceso que nos ayudará a proteger el medio ambiente, en la introducción hablaremos sobre la situación actual, el uso del papel blanco y la materia prima que utilizaremos, en la segunda parte que tendremos por desarrollo nos permitirá apreciar y conocer el proceso de producción de papel alternativo, continuaremos con una tercera parte en la cual se observaran las conclusiones, para finalizar con la bibliografía que hace referencia al material utilizado para poder exponer este tema.

II. DESARROLLO

Se ha determinado que desde el año 200 A.C aquella herramienta vital donde se podía proyectar instrucciones, pensamiento o a la vez experiencias ha sido el papel. De esta manera, en el siglo XVII, fue donde se constituyó el papel a partir de actividades artesanales, lo que se evidenciaba de cierta forma no afectaba negativamente al medio ambiente pues se aseguraba una estabilidad ecológica a través de la sostenibilidad del ecosistema, es una gran diferencia respecto a la actualidad, ya que la fabricación del papel ha cambiado por completo del proceso y está inmerso hacia grandes consecuencias la naturaleza.

A partir de los años 1660, debido a las evoluciones que se han generado dentro de la tecnología las mismas que han determinado otro tipo de metodologías respecto a la producción de papel asegurando una mejor calidad, a la vez el incremento de la demanda por parte de la sociedad adoptado aquella herramienta dentro de su vida diaria. Es cuando se da aquel apareamiento de la obtención del papel a base de fibra vegetal, lo que ha conllevado al deterioro del ecosistema por la deforestación que existe, puesto a que se obtienen aproximadamente 15 resmas de papel a partir de un tronco, lo que evidencia que la tala de árboles a un gran nivel de aumento [1].

En la actualidad, se ha percibido cierta concientización por parte del ser humano que ha buscado formas de innovar y alcanzar un mejor desarrollo sostenible, con esto se a generado aquella idea del reciclaje del papel, con el fin de fomentar otra utilización y que se alcance aquella eficiencia respecto al consumo excesivo de la madera. Pues un gran problema de acuerdo con las papeleras tradicionales es la gran cantidad de exceso de residuos contaminantes, ya que ahora se incide a la utilización de blanqueadores como químicos y además de la no incorporación de material no degradable [2].

De acuerdo, a la responsabilidad de cada una de las personas por el desarrollo de productos que no sean dañinos para el ecosistema, se da aquella necesidad de alcanzar una sinergia entre el medio ambiente y el ser humano. Es así, como se accede aquella propuesta del desarrollo de papel a base de los residuos que se generan por parte de los productores de banano, fruta que se cultiva de forma destacada en el Ecuador. Pues el aprovechamiento del ba-

nano como materia prima para el papel es crucial con la finalidad de alcanzar un cuidado hacia el medio ambiente y por ende la determinación de otra técnica que puede ayudar de manera efectiva respecto a la preservación del ecosistema [3].

A. Proceso de elaboración de papel

Existen 2 tipos de procesos para la elaboración de papel orgánico por un lado el de color cae y por otro la tonalidad beige con diferentes tiempos de cocción, en primera instancia existen una cocción de 120 minutos o 2 horas, el segundo tiempo es 2 horas 0 minutos y el ultimo de aproximadamente por 3 horas [1].

1. Descortezada:

En este primer paso para la elaboración de papel se saca la parte externa rígida que envuelve a la fibra de los tallos de los bananos.

2. Picado de los pseudotallos:

Como segundo paso se corta en pedazos pequeños la materia prima de la fibra de los pseudotallos de aproximadamente de 1-3 cm cada pedazo.

3. Cocción:

Los trozos cortados anteriormente se los coloca en un recipiente para luego llevarlos al lugar donde se va a realizar la cocción, en el fuego se hierve a 120 minutos, además se realiza una segunda muestra de 150 minutos y hasta una tercera muestra de 180 minutos [1].

4. Licuado de la fibra:

Como siguiente punto se deja escurrir de 1-2 minutos y posteriormente se licua con agua para que las fibras se trituren de forma correcta y se pasa por el colador las veces que sea necesaria, una vez obtenida la pulpa se lava las fibras hasta que el agua se seque completamente [1]. Una vez más se vuelve a escurrir y se coloca un recipiente para proceder a distribuirlo en el molde.

5. Secado:

Como último paso se procede a la parte del secado que se debe hacer en una sombra, en un lugar que este en contacto con el aire por 2 o 3 días para obtener el papel orgánico.

Para realizar el otro proceso de papel orgánico solo varia por un paso adicional que este tiene para la tonalidad del color del papel que se puede detallar de la siguiente forma:

1. Descortezada:

En este primer paso para la elaboración de papel se saca la parte externa rígida que envuelve a la fibra de los tallos de los bananos.

2. Picado de los pseudotallos:

Como segundo paso se corta en pedazos pequeños la materia prima de la fibra de los pseudotallos de aproximadamente de 1-3 cm cada pedazo.

3. Remojo:

Los trozos o pedazos que fueron anteriormente recolectados se los coloca en un recipiente y se deja remojar por 24 horas.

4. Cocción:

Los trozos cortados anteriormente se los coloca en un recipiente para luego llevarlos al lugar donde se va a realizar la cocción, en el fuego se hierve a 120 minutos, además se realiza una segunda muestra de 150 minutos y hasta una tercera muestra de 180 minutos.

5. Licuado de la fibra:

Como siguiente unto se deja escurrir de 1-2 minutos y posteriormente se licua con agua para que las fibras se trituren de forma correcta y se pasa por el colador las veces que sea necesaria, una vez obtenida la pulpa se lava las fibras hasta que el agua se seque completamente. Una vez más se vuelve a escurrir y se coloca un recipiente para proceder a distribuirlo en el molde [1], [4]

6. Secado:

El secado se lo realiza en sombra, en lugar despeado por dos o tres días para obtener el papel orgánico y se procede a utilizarlo para diversos diseños y un acabo único y diferente [1], [5].

Cabe recalcar lo mencionado anteriormente sobre cómo se puede tratar y elaborar el papel a través de la fibra de plátano. Ahora, la pregunta que más destaca en esta investigación es: ¿Es posible mantener un impacto positivo para las empresas que se dedican a esta actividad con respecto a su economía y el ambiente? La respuesta es por supuesto. Uno de los factores que se debe incluir, es que el aprovechamiento responsable y sostenible de las plantas de plátano generará impactos no solo para el ambiente y lo económico de las empresas, sino también para la sociedad y científico [4], [6]. Dentro de estos lineamientos de impactos positivos, se podría comenzar por mencionar sobre el impacto en la sociedad. El aprovechamiento responsable generará entrada de recursos económicos para los sectores plataneros del país y países vecinos. Debido a que la producción de papel posee una demanda alta y constante en el tiempo, generará más plazas de trabajo con el fin de poder evitar el uso de árboles de madera que son usados masivamente para la elaboración del papel convencional. Entonces no solo se ayudará a las empresas que se dedican a la producción de papel, sino están incluidos los agricultores que poseen este recurso en gran cantidad, pero por desconocimiento no es utilizado eficientemente. Otro de los impactos que se puede proyectar para el uso sostenible de los desechos del plátano, es que los agricultores se podrán beneficiar con un porcentaje más de ingresos. Es decir, es que los dueños de las plantaciones de los plátanos al vender los productos de las plantas obtienen ingresos por las ventas, entonces luego de que el ciclo de la planta llega a culminar su ciclo de vida, ya no se dejara secar en el suelo para servir como abono, sino que podrán acceder a beneficios económicos constantes para las empresas de papel. Dado esto, abre múltiples caminos hacia el sector de la investigación, debido a que puede derivarse a múltiples facetas para agregar conocimientos nuevos para nuevos productos o aprovechamientos más sustentables que no se conocen actualmente. Además de poder garantizar nuevas ideas para creación de tecnología industrial, con el fin de cubrir con el aprovechamiento correcto de los residuos de los plátanos, con esto, ayudara a la eliminación del uso de los árboles para la fabricación de papel y que afectan a la vida de los bosques.

B. Impacto Económico y Social

A través de la elaboración de papel a base del banano, se busca crear una empresa socialmente responsable. En ese sentido es que a través de este proceso productivo se pretende apoyar a las comunidades locales en donde la empresa se encuentra. En un inicio esto se dará colaborando con aquellos pequeños productores de banano, estos serán los principales proveedores de materia prima que permitirá llevar a cabo el proceso productivo. Con esto se busca generar un nuevo ingreso para estas personas. Adicionalmente, las personas que se dedicarán a recolectar las cáscaras de banano también serán parte de la comunidad, de esta manera se busca con el producto generar nuevas fuentes de empleo. De otra parte, para la parte productiva también se procurará contar con personal propio de esta zona, esto se conseguirá con un amplio proceso de capacitación. Es de suma importancia que la empresa contemple el aspecto social, ya que dentro de la filosofía de negocio no se pretende lucrar a partir de otros, sino generar economía colaborativa, un modelo de negocio donde los servicios son considerados un medio de intercambio, para que todas las partes interesadas puedan beneficiarse.

Por otro lado, es de suma importancia resaltar que con el producto mencionado la calidad de vida de la comunidad mejoraría notablemente ya que los residuos generados por el banano no permanecerán en las plantaciones, con esto se reduce la descomposición del desecho y disminuye radicalmente el riesgo de plagas y por ende de enfermedades. Con este proyecto no se busca solamente generar una alternativa medioambientalmente positiva, sino también generar una opción de crecimiento económico a sectores que no siempre han sido lo suficientemente considerados. En un país en desarrollo como los es el Ecuador es importante que se creen este tipo de oportunidades de crecimiento desde las categorías más pequeñas hasta las más grandes, con el fin de que no los grupos de poder puedan acaparar el mercado nacional.

III. METODOLOGÍA

Se identifica dentro del proceso de fabricación del papel, la obtención de la madera en los bosques cultivados, los mismos son transportados mediante camiones hacia la fábrica, para extraer la cáscara y la corteza, luego es hecha pedazos en pequeñas partes con la chipeadora, donde se acumulan en una gran cantidad de las fibras vegetales, aquellos pedazos o astillas son sumergidos a alta temperatura donde se encuentra la mezcla de agua y algunos productos químicos, sulfitos y soda cáustica con el fin de separar las fibras de la madera y así conseguir la pasta de celulosa.

Mediante el proceso mencionado anteriormente, la pasta de la celulosa es llevada hacia los tambores para aplicar otro tipo de productos químicos para poder blanquearlas, alguno de estos son el dióxido de cloro, oxígeno, soda caustica y peróxido, con todo esto se quiere eliminar toda la lignina no eliminada en la cocción. Así, la pasta se coloca sobre mallas metálicas, donde el papel toma forma mientras se va secando y liberando agua, al igual, se toma regulaciones sobre la pasta de acuerdo con la densidad, consistencia y el caudal y se la coloca sobre una mesa plana para construir la hoja. Posteriormente se obtiene el grosor deseado del papel al pasar por unos rodillos giratorios donde se puede imprimir alguna marca. Después, el papel se prensa en rodillos que se encuentran recubiertos con fieltros para extraer más agua y unos cuantos rodillos más para asegurar la textura, al final pasa a una última fase de rodillos con calor que garantizan que se seque y al final el tratamiento de la superficie con rodillos fríos que proporcionan brillo al papel.

El proceso para fabricar una hoja de papel, tiene un consumo de tantos árboles, lo que implica un importante impacto ambiental.

Sin embargo, el aprovechamiento de todos los residuos que genera el proceso del cultivo del banano, la utilización de los pseudo tallos de la planta, y también el uso de los pizotes del banano. Actualmente el desperdicio del banano genera contaminación, por no tener una utilidad apropiada, sin embargo, si se considera la utilización del residuo para la producción de papel, podrían resolverse dos situaciones ambientales al mismo tiempo. No obstante, el Ecuador con respecto al mundo, se encuentra en una situación bastante compleja en el tema de aprovechar los recursos de manera sostenible y responsable. Aunque se ha dado iniciativas del tema, pero aún falta un desarrollo mucho más arduo y responsable. La organización ambientalista internacional Greenpeace reveló que para que cualquier país opte por centrarse en la producción de papel y cubrir un mercado tan demandante [10], será necesario construir por años dos plantas de celulosa similares a una ya construida de la empresa Botnia en Uruguay [cita], la cual produce un millón de toneladas de celulosa de eucalipto blanqueada al año.

Un estudio del Centro de transferencia de tecnología e investigación Agroindustrial (CETTIA) de la Universidad Técnica Particular de Loja, en Ecuador, ha revelado que un proceso óptimo para la producción de papel a partir del aprovechamiento de la cáscara de banano comienza a partir del transporte del raquis hasta la fábrica., al llegar la materia prima a la empresa, se procede con el descortezado del raquis (residuo del banano) para luego llevarlos a unos cilindros para poder separar el núcleo del tronco. La idea objetivo es transformarlo en una pasta para poder separar las fibras (celulosa), , . Consiguiendo la pasta, el proceso a seguir es colocar las fibras en suspensiones acuosas comprendidas en 4 y 12 gr/l con la intención de manejar las fibras secas. Esto generará la laminación de la pasta, con ello, se podrá suspender físicamente el proceso de fricción para aumentar la capacidad del proceso, a esto se le considera el refino. Con ello se obtendrá finalmente el papel.

IV. CONCLUSIONES

La elaboración de papel a partir del residuo de plátano puede ser una oportunidad de producción que beneficia no solo el desarrollo sino, además, que se reduce el impacto ambiental y se aprovechan los recursos naturales de otra manera.

Elaborar papel con estos materiales resulta provechoso para el ambiente, ya que los desperdicios del plátano no están siendo utilizados de la mejor manera. Esta falta de uso también genera material contaminante al ambiente, que aunque sea de carácter biodegradable, puede ser mejor aprovechado.

El papel que se produce con este procedimiento, es apto para todo tipo de uso de oficinas, sin embargo, con el mejoramiento del proceso y la inversión adecuada, pueden generarse otras variantes del papel.

REFERENCIAS

[1]A. Herrera, «ELABORACIÓN DEL PAPEL ORGÁNICO A BASE DE PSEUDOTALLO DE BANANO, CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR,» Guayaquil, 2019.

- [2]R. d. León, «Fabrican papel con desechos de plátano,» CIENCIAMX, 1 julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/biotecnologia/8476-generacion-de-celulosa-a-partir-de-desechos-de-la-planta-del-platano>.
- [3]A. Cortéz, «ELABORACIÓN DE PAPEL A BASE DE RESIDUOS DE BANANO,» Guayaquil, 2014.
- [4]M. Dávalos y S. Zurita, «Organic paper, banana waste, environmental protection,» Universidad Politécnica del Litoral, Chile, 2004.
- [5]G. Castillo-Tumaille y W. Espinoza- Espinoza, «Análisis de aceptación del papel a base de pinzote de banano como alternativa de,» Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, vol. V, nº 18, pp. 59-70, 2017.
- [6]M. Mazzeo, L. León, L. Mejía, L. Guerrero y J. Botero, «APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE RESIDUOS DE COSECHA Y POSCOSECHA DEL PLÁTANO EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS,» Educación en Ingeniería, vol. junio de 2010, nº 9, pp. 128-139, 2010.
- [7]M. Arzola y A. Mejías, «Modelo conceptual para gestionar la innovación en las empresas del sector servicios,» Revista Venezolana de Gerencia, vol. 12, nº 37, pp. 80-98, 2007.
- [8]I. Azman y S. Yusrizal, «Service quality as a predictor of satisfaction and customer loyalty,» Scientific Journal of Logistics. , vol. 12, nº 4, pp. 269-283, 2016.

Importancia del pensamiento estadístico en la ingeniería y su relación con el pensamiento complejo y creativo

González Lugo Luis José

<https://orcid.org/0000-0001-9933-4147>

lgonzalez@ingenieriala.com

Director de I+D+i

Ingeniería L.A SPA

Puerto Montt, Chile

Recibido (15/10/21), Aceptado (18/11/21)

I. INDICIOS DEL PROBLEMA

Tras 20 años de interacción con profesionales en entornos industriales en países de Suramérica como Venezuela, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala y Chile; se ha evidenciado que luego de la masificación en el uso de los computadores personales, aproximadamente desde el año 2000, la educación universitaria en las áreas de las ciencias de la ingeniería ha dado mayor énfasis al aprendizaje del manejo de herramientas tecnológicas de moda que a la comprensión de los fundamentos de las ciencias de la ingeniería y su aplicación efectiva en la resolución de los desafíos que plantean las aplicaciones en el mundo real.

En este sentido, habiendo interactuado con un abanico de profesionales junior en distintas áreas de las ciencias de la ingeniería con un notable dominio en el uso de herramientas tecnológicas, se ha notado que dichos profesionales son capaces de materializar complejos diseños siempre y cuando el problema a resolver sea presentado a imagen y semejanza del entorno académico; es decir, un sistema aislado del entorno, bien delimitado y descrito en base a un modelo determinista [1]. Por lo que surge la percepción que, en este tiempo, se ha estado formando profesionales con muchas herramientas para la resolución de problemas en el menor tiempo posible, pero con el mínimo esfuerzo de razonamiento.

Lo cierto es que todos los sistemas del mundo real están interconectados y su comportamiento es, en el mejor de los casos, de tipo estocástico [2] [3], ya que otras veces su comportamiento es caótico. En todo caso, el comportamiento de los sistemas del mundo real por lo general dista lo suficiente de la simplicidad determinista de los casos de estudio regularmente analizados en el entorno académico, como para hacer dudar a los profesionales junior de sus conocimientos y habilidades.

Posiblemente esta sea una de las causas del sentimiento de frustración de muchos de los profesionales de las ciencias de la ingeniería en sus primeros años de ejercicio, y de la notable diferencia de desempeño con los profesionales senior, ya que estos últimos han desarrollado las habilidades necesarias para hacer frente a los complejos desafíos que plantean los sistemas del mundo real, los cuales demandan para su solución, además de habilidades netamente técnicas, las habilidades necesarias para visualizarlos desde la amplia perspectiva que aporta el marco del pensamiento creativo y complejo, con el fin de formular soluciones efectivas y eficientes a los desafíos tecnológicos inmersos en un entorno imperfecto.

Ahora bien, ¿cómo cerrar la brecha de desempeño entre un profesional de las ciencias de la ingeniería recién egresado y el desempeño de un profesional senior para formular una solución práctica y creativa ante un complejo desafío en la compleja, estocástica e interconectada realidad? Se somete a su juicio la siguiente propuesta.

II. HIPÓTESIS

Al propiciar el desarrollo del marco de pensamiento estadístico, a lo largo del proceso de formación de los profesionales en las ciencias de la ingeniería, se propiciará también el desarrollo de la habilidad profesional del pensamiento creativo y complejo para la resolución de problemas en el mundo real, disminuyendo así la brecha de desempeño entre un profesional junior y un profesional senior.



III.TESIS

A efectos de proceder a la fundamentación de la hipótesis anteriormente presentada, se realizará la deconstrucción de esta en los conceptos elementales que la componen mediante la proposición de una serie de preguntas generadoras, luego se analizará la interrelación entre los distintos elementos que componen la hipótesis y, finalmente, se reconstruirá la misma con el objetivo de asignarle un valor de verdad en un ejercicio intelectual puramente deductivo.

A continuación, se presentan las preguntas generadoras y con su correspondiente proposición de repuesta. Siendo la primera interrogante...

A.¿Qué es el pensamiento estadístico?

Para dar respuesta a esta interrogante se realizó una investigación bibliográfica para identificar quién fue la persona que presentó una definición del pensamiento estadístico y en qué contexto la realizó, en este sentido, se encontró que en 1990 Ronald D. Snee publicó un artículo titulado Statistical Thinking and Its Contribution to Total Quality [4], en dicho artículo Snee, en el contexto de la mejora de la calidad, define al pensamiento estadístico como un proceso de pensamiento que reconoce que la variación está a nuestro alrededor y que está presente en todo lo que hacemos; además el autor sostiene que todo trabajo es una serie de procesos interconectados, e identificar, caracterizar, cuantificar y reducir la variación brinda oportunidades de mejora, definición que Snee esquematizó en su artículo (ver Figura 1).

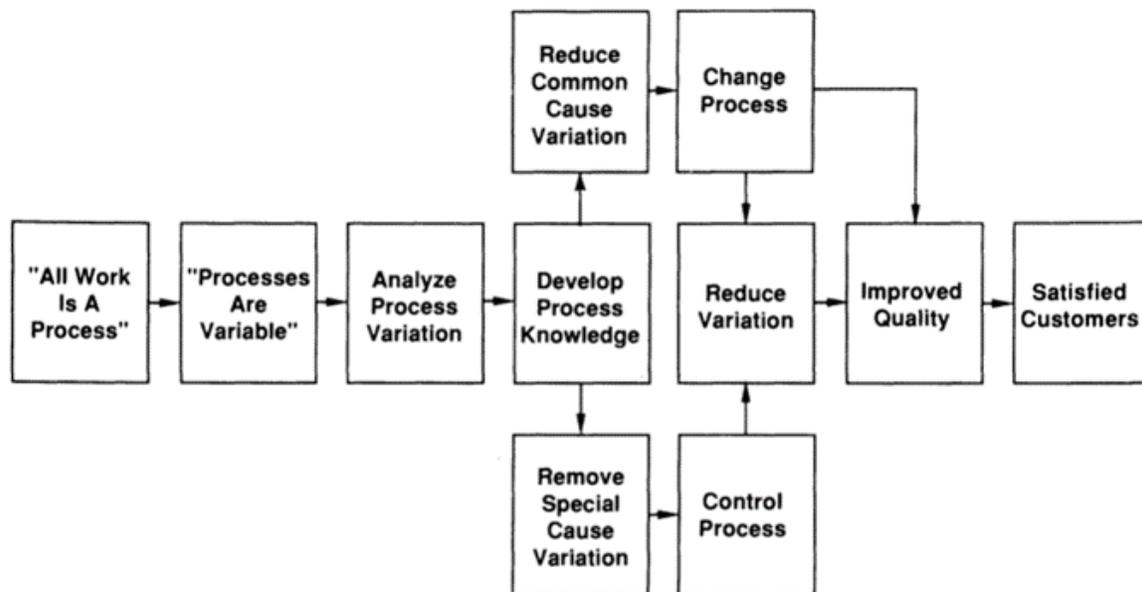


Fig. 1 - Pensamiento estadístico en la mejora de la calidad [4]

Nótese entonces que Snee [4] define el pensamiento estadístico desde la perspectiva de la mejora de la calidad de los procesos productivos como una oportunidad para lograr una mejor satisfacción de los clientes. Analizando esta definición puede identificarse tres características fundamentales del pensamiento estadístico:

- La variación está presente en todos los procesos.
- Todo trabajo es un proceso de sistemas interconectados.
- Identificar, caracterizar, cuantificar y reducir la variación brinda oportunidades de mejora.

En este sentido, el pensamiento estadístico puede conceptualizar como un marco de pensamiento que acepta que la variabilidad es omnipresente en todos los procesos del mundo real, que ella es capaz de propagarse a través de los diferentes procesos interconectados, y que la mejor manera de afrontar dicha variabilidad es estudiarla a profundidad con la intención de comprenderla y controlarla.

Ahora bien, una vez conceptualizado el pensamiento estadístico es importante caracterizar al mismo en el contexto de la investigación empírica, al respecto en [5] se identifican 4 dimensiones del pensamiento estadístico entre las cuales, a criterio del autor del citado texto, se encuentra inmerso el investigador empírico en todo momento: el ciclo investigativo, los tipos de pensamiento, el ciclo interrogativo y las disposiciones.

El ciclo investigativo PPDAC (Problem, Plan, Data, Analysis, Conclusions) parte con la definición del problema para luego dar paso a la formulación de las estrategias estadísticas para su resolución, luego se procede a la recolección, limpieza y preprocesamiento de los datos para dar paso a la exploración y análisis de los mismos, posteriormente el investigador empírico se da la tarea de interpretar los resultados, formular conclusiones y nuevas teorías en base a sus hallazgos y finalmente, y quizás lo más importante, se avoca a la divulgación de dichos hallazgos para que así sus esfuerzos contribuyan a la expansión del conocimiento. Nótese que este ciclo no es ajeno a las técnicas de análisis de fallas en procesos de mantenimiento de máquinas industriales, optimización de procesos productivos u optimización de servicios intangibles por citar algunos ejemplos.

Por su parte, la dimensión referida a los tipos de pensamiento hace referencia a ciertas habilidades como lo son: la anticipación de problemas, la construcción de modelos, el reconocimiento de la necesidad de contar con datos de calidad, la representación de dichos datos haciendo uso de múltiples técnicas, el uso de diversas estrategias de investigación, la contextualización del problema, entre otros; todas estas habilidades bien desarrolladas en los profesionales de las ciencias de la ingeniería con años de experiencia en el ejercicio de sus funciones.

Respecto al ciclo interrogativo GSICJ (Generate, Seek, Interpret, Criticise, Judge), este se presenta como un proceso complementario y paralelo al ciclo investigativo, inicia con la exploración de las alternativas de solución que pueden brindarse al desafío que se pretende abordar así como una especie de inventario de los requerimientos de información que se van a necesitar, luego se da paso a la búsqueda de dicha información para posteriormente procesarla con el fin de generar nueva información mediante un proceso de lectura, comparación, interconexión y síntesis, acto seguido se hace una revisión crítica de las ideas generadas por si mismo y por sus pares, y luego se decide las ideas a descartar y las ideas o el camino que se seguirá.

Finalmente, la cuarta dimensión del pensamiento estadístico hace referencia a las disposiciones que debe tener el investigador empírico, resaltándose actitudes como: escepticismo, imaginación, perseverancia, compromiso, búsqueda del significado esencial, apertura a nuevas perspectivas, curiosidad.

Estas 4 dimensiones por lo general se encuentran desarrolladas en mayor medida en los profesionales de las ciencias de la ingeniería con mayor experiencia en el ejercicio de sus funciones.

En este punto ya se tiene una idea más o menos elaborada de lo que representa el pensamiento estadístico, por lo que se dará paso a la siguiente interrogante...

B.¿Qué es el pensamiento complejo?

El pensamiento complejo tiene sus orígenes en los desafíos que plantea la descripción lógico-matemática del mundo real considerando la interconexión existente entre todas las cosas [6], algo muy correlacionado con el pensamiento estadístico por lo visto.

La necesidad de describir el mundo real y de predecir su comportamiento se remonta a la antigua Grecia, habiendo cierto consenso en señalar a Tales de Mileto (624 a.C.) como el primer científico de la historia occidental, pero el mayor auge de la ciencia se presentó a partir del Renacimiento (siglos XV y XVI), época en la que figuras como Copernico, Kepler, Galileo, Newton dan origen a lo que hoy se conoce como el método científico.

En la época del Renacimiento, uno de los principales desafíos a los que se enfrentaba la ciencia era el de poder describir y predecir el movimiento de los astros. Los filósofos renacentistas se enfrentaron a la teoría geocéntrica desarrollada por Claudio Ptolomeo en el siglo II, la cual ubicaba a la Tierra como el centro del Universo con el Sol y los demás astros girando a su alrededor. El modelo geocéntrico o ptolemaico había sido adoptado por la iglesia católica e impuesto por la élite gobernante, y tenía unos 14 siglos de consolidación cuando empezó a ser rebatido por los científicos renacentistas.

Pero el modelo geocéntrico presentaba notables inconsistencias y fue precisamente Copérnico en su obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, publicada en 1543, el que propuso un modelo más coherente que describía y predecía en mejor medida el movimiento de los astros ubicando al Sol en su centro.

A raíz de las ideas de Copérnico, Galileo empezó a percibir que la subjetividad del ser humano podría ser un problema para la ciencia por lo que se propuso la adopción de las matemáticas como el lenguaje y medio objetivo para describir la realidad, esto dio origen método científico y con ello al inicio de la ciencia determinista [7] [8].

De esta manera, a finales del siglo XVI, surgió la física como la primera de todas las ciencias deterministas, luego en el siglo XVII surgió la química siendo quizás la obra de referencia *The Skeptical Chymist* de Robert Boyle publicada en 1661, posteriormente surgió la biología en el siglo XIX y de allí en adelante las ramas del árbol de la ciencia no han dejado de crecer y expandirse, haciéndose también más fuertes sus raíces.

En la etapa determinista de las ciencias, uno de los objetivos principales fue la creación de modelos lógico-matemáticos que describiesen de manera práctica los fenómenos de la naturaleza y que permitiesen sobre todo predecir su comportamiento, así la cultura occidental tuvo la capacidad de predecir con exactitud el movimiento de los planetas, los eclipses, las mareas; aunque otras culturas como la egipcia y la maya ya habían desarrollado sus propios modelos para predecir estos fenómenos por lo menos unos 3000 años antes. Y es que, precisamente, un de las mayores pruebas de valor de una teoría científica o un modelo lógico-matemático de un fenómeno consiste en verificar que lo que se predice en efecto se cumple.

La ciencia determinista tuvo un notable éxito para explicar y predecir una gran cantidad de fenómenos de la naturaleza durante unos 3 siglos; sin embargo, bajo este enfoque científico los sistemas eran considerados como cerrados y aislados de los demás sistemas, postura que se contrapone a las principales características del pensamiento estadístico discutidas en el apartado anterior.

Pero con el tiempo se fue evidenciando ciertas limitaciones de las teorías deterministas entre las cuales destacaba el hecho de no poder predecir la posición de los cuerpos a escala atómica o a velocidades cercanas a la de la luz, y el de no poder explicar la termodinámica de los procesos irreversibles.

Respecto a la incapacidad de explicar la termodinámica de los procesos irreversibles, de conformidad a los modelos matemáticos deterministas de la física Newtoniana, si se tiene un modelo suficientemente preciso de un sistema y su estado actual en $t=t_0$, es factible inferir el estado del sistema tanto $\square t:t_0$ como $\square t:t_0$; es decir, que si se tuviese por ejemplo una captura exacta en $t=t_0$ de la posición, velocidad, aceleración y energías cinética y potencial de cada una de las canicas que conforman un puñado de canicas cayendo al piso, según la física determinista, se podría predecir con precisión la posición de cada una de las canicas para $t \neq t_0$.

Por lo tanto, poco a poco los problemas de la física empezaron a rebasar los límites de la ciencia determinista y es así como en los primeros cinco años del siglo XX nace un nuevo tipo de ciencia de la mano de Max Planck y Albert Einstein, a los que luego les siguieron los trabajos de Bohr, Poincaré, Broglie, Heisenberg, Born, Schrödinger, Broglie, Heisenberg, Dirac por solo mencionar notables científicos de las tres primeras décadas del siglo XX. Las nuevas teorías desarrolladas por esta nueva generación de científicos, como la física del caos y la física cuántica, empezaron a considerar a los sistemas del mundo natural con tres nuevas características: incertidumbre, permeabilidad e interconexión.

Mientras lo anterior pasaba en el mundo de las ciencias duras, filósofos como Bergson y Husserl empezaron a cuestionar, desde una postura epistemológica, la idea de dejar de lado la subjetividad del sujeto, sosteniendo que toda la ciencia deja de tener sentido si el sujeto no está presente, puesto que el objetivo de la ciencia debe ser el de servir al sujeto. Es allí cuando alrededor de 1950 aparece Edgar Morin, doctor en ciencias sociales que incursionó en el mundo no determinista de la física cuántica, el cual empezó a extrapolar esas ideas al campo de las ciencias sociales.

Edgar Morin, en este sentido, reformuló los principios del pensamiento complejo de la física para aplicarlo a las ciencias sociales y escribió una relevante obra intelectual titulada "El Método" [9]. Morin define al pensamiento complejo como la capacidad de interconectar distintas dimensiones de lo real, y es que, ante la presencia de eventos multidimensionales, interactivos, causales y estocásticos, el sujeto se ve obligado a desarrollar una estrategia de pensamiento que no sea reductiva ni totalizante, sino más bien reflexiva. Morin denominó a dicha capacidad como pensamiento complejo.

Como se ha visto el pensamiento estadístico y el pensamiento complejo van muy de la mano, son marcos de pensamiento complementarios capaces de generar sinergia entre ellos, pero...

C.¿Qué es la creatividad?

La RAE define la creatividad como la facultad para crear o la capacidad de creación. Siendo a su vez definida la creación por la RAE como la producción de algo nuevo.

En contraste a las habilidades del pensamiento estadístico y el pensamiento complejo que se logran desarrollar y fortalecer a medida que crece la experiencia del profesional de las ciencias de la ingeniería, la creatividad es una habilidad prácticamente innata que si no se cultiva se debilita hasta desaparecer, es un hecho notorio que la creati-

vidad en los niños pareciese no tener límites, en tanto que en el adulto común casi desaparece.

Estrechamente relacionado con el concepto de creatividad se encuentra el concepto del pensamiento divergente, el cual se caracteriza por la formulación de alternativas de solución inéditas a partir de la exploración del mayor número de posibles cursos de acción. Ahora bien...

E.¿Cuál es la importancia del pensamiento estadístico en la ingeniería y cuál es su relación con el pensamiento complejo y creativo?

De las ideas expuestas en los apartados anteriores, se puede formular la conjetura que la creatividad, el pensamiento complejo y el pensamiento estadístico conforman una triada, una especie que trípode que funciona como marco de referencia y a su vez como estrategia para formular soluciones novedosas a problemas de ingeniería en el mundo real.

En esta triada, el pensamiento estadístico aporta la idea que todos los procesos del mundo real se encuentran interconectados entre sí y que en cada uno de ellos siempre está presente la incertidumbre, la cual es capaz de propagarse mediante estas interconexiones, y que la mejor forma de lidiar con dicha incertidumbre es estudiarla, comprenderla y conocerla, hasta poder acotarla a ciertos valores límites dentro de los cuales es factible formular soluciones efectivas a los desafíos de ingeniería que se plantean.

Por su parte, el pensamiento complejo aporta la capacidad de desarrollar una capacidad de pensamiento ampliamente reflexivo que permite interconectar las distintas dimensiones de las situaciones reales, identificando las relaciones de causalidad dentro de un mar de incertidumbres.

En tanto que la creatividad aporta la capacidad de pensar fuera del marco de lo conocido, permitiendo gestar nuevas estrategias y métodos que son precisamente las situaciones que propician el avance de la ciencia y de la técnica.

Es síntesis, para los profesionales de las ciencias de la ingeniería, la importancia de desarrollar el marco de pensamiento estadístico, complejo y creativo radica en la potenciación de sus habilidades profesionales para la resolución de problemas en el mundo real, siendo este uno de los principales marcadores que distingue la efectividad y eficiencia en el desempeño de un profesional junior y un profesional senior.

F.¿Cómo impulsar el cambio necesario?

Ciertamente no existe una fórmula mágica para, por así decirlo, graduar profesionales con años de experiencia en su haber, pero quizás una primera aproximación sería la de exponer a los estudiantes a la mayor cantidad posible de situaciones de resolución de problemas reales durante su proceso de formación, siendo guiados por docentes con mayor conexión, experiencia y participación en actividades de investigación y resolución de problemas a nivel comercial, industrial y operativo. Haciendo a su vez más énfasis en el conocimiento de base, en la esencia, en comprender los principios subyacentes que dan soporte a las teorías y los modelos, y menos énfasis en las herramientas tecnológicas de moda, puesto que estas últimas podrán ser aprendidas de forma autodidacta y en menor tiempo gracias a las facilidades en el acceso de información con sé que cuenta actualmente.

A modo de conclusión

La importancia de masificar la instauración y la práctica activa del pensamiento estadístico en los estudiantes y practicantes de las ciencias de la ingeniería radica en el hecho que este mindset permite potenciar el pensamiento creativo para formular soluciones a los desafíos cada vez más complejos que se presentan en las actividades económicas, industriales, sociales, humanas y en general en todas aquellas actividades en las que el uso de las ciencias de la ingeniería permiten solventar las problemáticas existentes.

Esto se lograría reformulando los contenidos de los programas de educación superior actuales, haciendo un mayor énfasis en el meta-entendimiento de los problemas a solucionar, en los fundamentos de las técnicas estadísticas, en el entendimiento profundo de cuándo seleccionar el uso de cada herramienta en particular, en el desarrollo de las habilidades para interpretar de los resultados obtenidos, y en el desarrollo de dos habilidades fundamentales: la habilidad de comunicar los resultados obtenidos apegados a los más altos principios de objetividad y ética, y la habilidad para revisar de forma crítica los resultados divulgados por otros.

Los problemas están allí, son cada vez más complejos y deben ser resueltos, la cantidad de datos en cualquier ámbito de la vida actual es enorme y está disponible, los algoritmos existen, las herramientas de cómputo existen, solo faltan los practicantes de las ciencias de la ingeniería que sean capaces de interconectar todos estos elemen-

tos de forma creativa e inverosímil hasta el momento para poder descubrir el patrón o el modelo que describe el comportamiento de los datos asociados al fenómeno estudiado y así formular las soluciones a los problemas que nos aquejan.

REFERENCIAS

- [1]G. Guerrero Pino, «Determinismo, modelos y modalidades,» Revista de Filosofía, vol. XIII, n° 24, pp. 191-216, 2000.
- [2]V. S. Pugachev y I. N. Sinitsyn, Stochastic Systems, Theory and Applications, 2002.
- [3]V. G. Kulkarni, Introduction to Modeling and Analysis of Stochastic Systems, Springer, 2011.
- [4]R. D. Snee, «Statistical Thinking and Its Contribution to Total Quality,» The American Statistian, pp. 116-121, 1990.
- [5]M. Pfannkuch y C. J. Wild, «Statistical Thinking in Empirical Enquiry,» International Statistical Review, vol. 67, n° 3, pp. 223-265, 1999.
- [6]E. Morin, Introducción al Pensamiento Complejo, Gedisa, 1998.
- [7]R. Corcho, Galileo y el método científico, NATGEO CIENCIAS, 2018.
- [8]A. L. Arango Arias, «Aporte de Galileo a la Ciencia Moderna,» Revista Académica e Institucional de la U.C.P.R., n° 75, pp. 57-65, 2006.
- [9]E. Morin, El Método, Ediciones Cátedra, 2017.

RESUMEN CURRICULAR



González-Lugo, Luis José, Ingeniero en Electrónica Venezolano. Magister Scientiarum en Ingeniería Electrónica. Doctorando en Ciencias de las Ingeniería. 20 años de experiencia en Automatización Industrial. Consultor y Emprendedor

Energy balance formation of sub-eutectoid fayalite at high pressures in particle separators

Echegaray Alberto

echegaray.alberto@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4234-0452>

Universidad Nacional Experimental Politécnica
Antonio José de Sucre
Puerto Ordaz- Venezuela

Recibido (15/10/21), Aceptado (18/11/21)

Abstract: This article presents an approach to the problem of ceramic types adhesion, applying energy and matter balance to the established control volume (cyclone) with the use of mathematical formulas that are interrelated to develop mathematical calculations and establish a new mathematical model. The first results are obtained by operating the energy balance considering the collision of particles, using the principle of conservation of energy, the first law of thermodynamics, in order to obtain information that allows describing the phenomena of thermoplasticity and creep, in the formation of adhesions, from a physicochemical and kinetic point of view, which will serve as the basis for understanding their effect. As a result, an energy value of 660 kJ / mol was obtained, sufficient energy to start the transformation of the solid particles to a state of thermo-flow that allows the adhesion phenomenon to be started.

Keywords: Adhesion, energy balance, cyclones, elutriation, eutectoid, fayalite, thermoplasticity.

Balance de Energía formación de fayalita Sub-eutectoide a altas presiones en separadores de partículas

Resumen: En este artículo se presenta una aproximación al problema de la adherencia tipos cerámicas, aplicando balance de energía y materia al volumen de control establecido (ciclón), con la utilización de fórmulas matemáticas que se interrelacionan entre sí para desarrollar los cálculos matemáticos y establecer un nuevo modelo matemático. Los primeros resultados se obtienen operando el balance energético considerando la colisión de partículas, utilizando el principio de conservación de energía, la primera ley de la termodinámica, con el fin de obtener información que permita describir los fenómenos de termo-plasticidad y fluencia, en la formación de adherencias, a partir de un punto de vista fisicoquímico y cinético, que servirá de base para comprender su efecto. Como resultado se obtuvo un valor energético de 660 kJ/mol, energía suficiente para iniciar la transformación de las partículas sólidas a un estado de termo-fluencia que permite iniciar el fenómeno de adhesión.

Palabras Clave: Adhesión, balance energético, ciclones, elutriación, eutectoide, fayalita, termoplasticidad.



I.INTRODUCCIÓN

Indirect reduction processes that use the fluidized bed, such as the Finmet process, which operate at pressures greater than 5 bar and temperatures greater than 600 ° C, it is made up of a sequence of reactors that are inside each one of them. Four particle separators known as cyclones are located, as can be seen in figure 1.

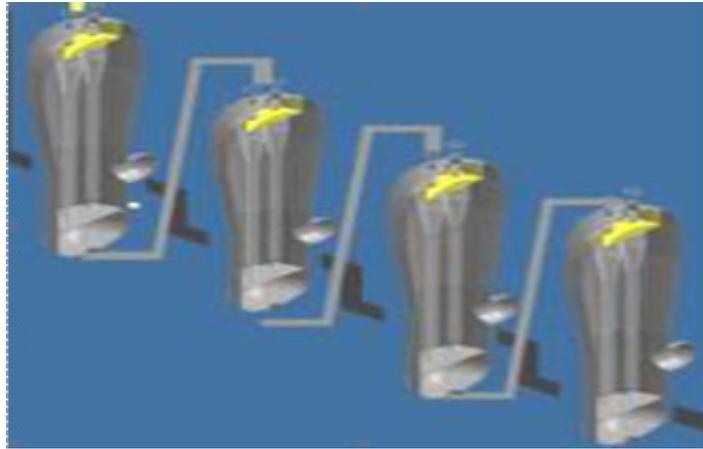


Fig 1: reactors with cyclones of the FINMET plant in Venezuela. Turmero Ruben 2010.

These cyclones for separating particles smaller than 50 μm (microns), are used for their simplicity of operation and low maintenance cost due to the absence of moving parts, avoiding effects of dissipation of mechanical energy in the discharge of a hydrocyclone (Bustamante, 2013), [1] the relationship of these variables are of empirical origin and are limited to the development of correlations using experimental data, taking into consideration the design of the device considered as a “Black Box” with the use of empirical models that are still unknown. [2], [3]. These models do not consider the phenomena that occur inside the cyclone. Currently, these models are based on the physics of the fluid that has allowed them to be used in circulating fluidized bed processes (CFD), therefore a large number of numerical solutions are required that make it difficult to process the data generated inside the container. The latest approximations obtained to seek a better understanding of the separation of the size of the particles as the only consequence of the movement of the fluid, for this reason, it allows to optimize the performance and the operating conditions by examining only the flow of the gas with solid.

The literature does not report the relationships between some variables associated with the number of solids at discharge to maintain the correct operation of the equipment, without taking into account the field of internal velocity on the discharge in an incipient manner [4], [5]. From the aforementioned, it can be established that even though there is evidence of the inlet and discharge flow, it has not been included in the performance of the equipment operation. For this reason, with the aim of coupling the separation dynamics by particle size, the energetic conditions that can be used to understand these phenomena inside the cyclone separator are considered.

These considerations generate lines of research that allow giving answers to the balance of internal energies associated with the phenomenon of adhesions in the cylindrical zone of the particle separators used in circulating fluidized beds.

This article has been divided into sections, as follows: a first approach to the balance of matter to explain the phenomenon of the interaction of the particle size when it enters the cyclone separator, then a theoretical approximation of the balance of mechanical energy inside the separator is presented cyclonic starting from Cauchy's law to later finish with the validation of the calculation that allows explaining the phenomenon of adherence and operability from the energetic aspects related to the conditions of formation of the shells on the walls.

ACTUAL WORK

Concept of thermal plasticity

Few authors have introduced the concept of thermoplasticity in particle sizes that go into motion in a cyclone

separator that is subjected to temperatures above 600 ° C. However, from the perspectives of the operation of the equipment, which involves the heat generated by the impact, heat by inelastic shock, heat by chemical reactions, differentiation from significant pressures, this could be definitely decisive inefficiency.

From a thermodynamic approach, the physical meaning of the energy released by a defined particle size within the separated particle could be established. As explained in [6] that starting from Cauchy's first law and multiplying both sides by the viscosity (ν).

$$\rho \frac{D}{D_t} \left(\frac{v^2}{2} \right) = (\nabla \cdot T) \cdot v + f \cdot v \quad (1)$$

If the body force f is expressed as the gradient of a potential it can be written as $f = -\nabla\phi$, and equation (1) can be rewritten like this:

$$\rho \frac{D}{D_t} \left(\frac{v^2}{2} \right) = (\nabla \cdot T) \cdot v + \rho \cdot \frac{D\phi}{D_t} \quad (2)$$

Rearranging the terms, we finally get that:

$$\frac{D}{D_t} \left(\frac{v^2}{2} + \phi \right) = (\nabla \cdot T) \cdot v + T : \nabla v \quad (3)$$

The product $T : \nabla v$ represents the viscous dissipation $E\nu$.

Cyclone mass balance

To perform the energy balance in a circulating fluidized bed reactor made up of a battery of cyclones arranged in a conical shape that internally allows the maximum separation of the solid particles found in the reducing gas stream, coming from the entrained gas bed. iron ore in wustitic thermodynamic stgte (FeO). (see figure 2) there is a schematic of the particle separator.

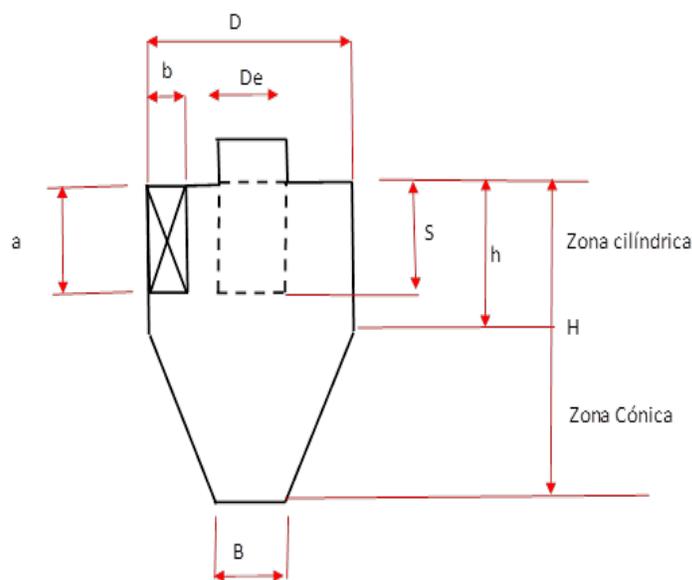


Fig 2: Schematic diagram of a particle separator (cyclone) Source: author 2020.

Data from the cyclones used in the FINMET process plant (Venezuela). See table I where the data used for the mathematical calculations in the cyclone is shown.

Table 1

Simbol	Significado	Unidad	Valor
D	Cyclone diameter	mts	1,423
De	Cylinder diameter	mts	0,508
B	Lower outlet diameter	mts	-
H	Cylindrical zone height	mts	-
h	Cylinder height	mts	1,391
S	Height of outlet cylinder	mts	25,57
a	Inlet height	mts	0,880
b	Inlet mouth width	mts	0,278

Source: Orinoco Iron cyclone plans.

For the calculations, the control volume is established, in this case the cylindrical zone of the cyclone is selected in which the mass and energy balances necessary to demonstrate its influence on the mechanism of adherence of the particles on the metallic surface of the cyclone walls, which causes the generation of shells that affect the operation of the particle separator.

Flow Characteristics

In the cylindrical zone of the cyclone a forced rotational flow is generated, causing the particles that enter the gas stream through the inlet, generating a friction force against the walls of the equipment, said inlet and outlet head loss is usually proportional to the square of the speed of the gas that circulates through the cyclone, through the Euler number (Eu) this magnitude can be related to equation 4.

$$E_u = \frac{\nabla P}{\rho_{gas} \cdot \frac{v^2}{2}} \quad (4)$$

Where

ΔP is the pressure drop between inlet and outlet.

ρ_{gas} is the density of the gas.

U is the velocity of the gas as it enters.

This velocity of the gas entering the cyclone is the superficial velocity based on the internal diameter of the cyclone. (see equation 5).

$$U = \frac{4 * q}{\pi * D^2} \quad (5)$$

Where

q is the volumetric flow rate

D is the internal diameter of the cylindrical zone.

The Euler number that relates pressure forces to inertial forces is practically constant for a cyclone of defined geometry.

Figure 4a describes how the particles that enter the cyclone make a circular movement towards the walls of the equipment. The net flow of the gas is radial towards the center of the tube, this force acting on the particles as described in figure 4b for a given radius of the orbit of movement, these particles are dragged (F_b), those of thrust (F_u) and the centrifuge (F_c), The drag forces occur towards the interior of the fluid, this is due to the fact that the gas flows into the cyclone, generating two components, the tangential velocity (U_{θ}) and the radial velocity (U_{rad}).

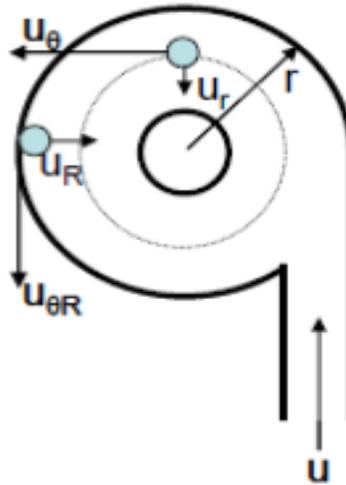


Fig 4 diagram of particle motion in a cyclone adopted by Rhodes 1998

The forces breakdown currently be considered are show in figure 4a, regarding the movement of the particles in the cylindrical zone are shown below.

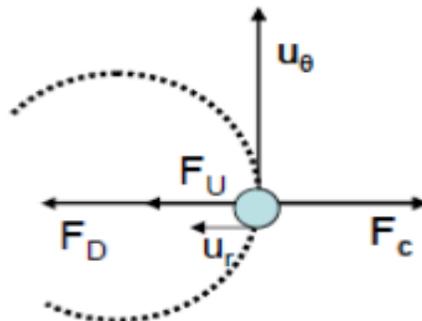


Fig 4 b balance of force on a particle adopted by Rhodes (1998).

The centrifugal acceleration (a_c) generated by the particle inside the cyclone when it makes a turn, is to provide the square of the tangential speed and inversely to provide the radius of the turn, see equation 6.

$$a_c = \frac{(U_{tang})^2}{r} \quad (6)$$

Considering that $F_c = m_p \cdot a_c$, where m_p is the mass of the particle x is the diameter of the particle, it results:

$$F_c = \frac{\pi * x^3}{6} * \rho_p * \frac{(U_{tang})^2}{r} \quad (7)$$

Similarly the pushing force can be written as:

$$F_c = \frac{\pi * x^3}{6} * \rho_{gas} * \frac{(U_{tang})^2}{r} \quad (8)$$

The drag force if we assume Stokes's law is valid and can be expressed as:

$$F_d = 3 * \pi * \mu * U_{rad} * r \quad (9)$$

As the particles move inward or outward until the force is swinging, at this point we can assume that the particles are in equilibrium in their orbit. In this you can verify.

$$F_c = F_d + F_u \quad (10)$$

$$\frac{\pi * x^3}{6} * \rho_{gas} * \frac{(U_{tang})^2}{r} = 3 * \pi * \mu * U_{rad} + \frac{\pi * x^3}{6} * \rho_p * \frac{(U_{tang})^2}{r} \quad (11)$$

$$x^2 = \frac{18 * \mu * r}{(\rho_p - \rho_{gas}) * (U_{tang})^2} * U_{rad} \quad (12)$$

Equation (12) indicates that small particles will be in equilibrium at radii close to the center of the cylinder, while the larger particles will be in equilibrium at larger radii. For this reason, the larger ones tend to be collected and the smaller ones carried away by the gas.

On the other hand, if the gas flow circulates radially as shown in figure 4a, it results:

$$q = 2 * \pi * r * L * U_{rad} = 2 * \pi * R * L * U_R \quad (13)$$

Where q is the volumetric flow rate of the gas, L is the height of the cylindrical section of the cyclone, r and R represent the radial coordinate evaluated at any r and $D/2$, while U_{rad} and U_R represent the velocity of the gas at any radius and at the area near the wall, respectively.

Substituting expressions (10) and (11) in (12) is obtained in equation 14.

$$x^2 = \frac{18 * \mu * r}{(\rho_p - \rho_{gas})} * \frac{(U_{tang})^2}{(U_{tang})^2 * R} * \left(\frac{r}{R}\right) U_{rad} * \left(\frac{R}{r}\right) \quad (14)$$

Rearranging the terms, it is as follows:

$$x^2 = \frac{18 * \mu * r}{(\rho_p - \rho_{gas})} * \frac{U_R}{(U_{tang})^2} * r \quad (15)$$

Where r is the equilibrium orbit of the particle of size x , in case the particles are not spherical, x is the dv . If it is assumed that the particles that can be collected are those that are close to $r = R$, it results:

$$(x_{crit})^2 = \frac{18 * \mu}{(\rho_p - \rho_{gas})} * \frac{U_R}{(U_{tang})^2} * R \quad (16)$$

x_{crit} represents the critical size; if the particles are smaller than x_{crit} they will not be collected and will be carried by the gas, otherwise they will be collected at the bottom of the cyclone. If the cyclone operation complied with all the hypotheses made to conclude in equation 16, the efficiency per class should be 0 for all particles smaller than x_{crit} and 1 for those with a diameter greater than x_{crit} .

III RESULTS ANALYSIS

ENERGY BALANCE IN THE CYCLONE

The algorithm to determine the energy balance is presented in several steps as shown below, for this reason it will start with the energy balance that acts inside the particle separator where the different energies will be studied: Q_{impact} ; $Q_{vacancia}$; $Q_{potential}$; Inelastic collision.

Identifying the input data in Table 2 to carry out the energy balance is to know how to see figure 5 where the diagram of the energy balance in the cyclone is shown table 2.

Table 2 variable inputs

Simbol	Significado	Unidad	Valor
ρ_{lecho}	Wustite bed density	kg/cm ³	1.543
P	Work pressure	bar	10
H_2	Hydrogen	%	57
CO	Carbon monoxide	%	8,95
CO_2	Carbon dioxide	%	3,30
CH_4	Methane	%	25,57
N_2	Nitrogen	%	4,13
$T_{entrada}$	Inlet temperature	°C	700
T_{salida}	Outlet temperature	°C	600
ρ_{Fe}	Iron density	kg/m ³	2,461
\emptyset	Reactor diameter	mts	4,5

Flow diagram for the energy balance in the cylindrical zone

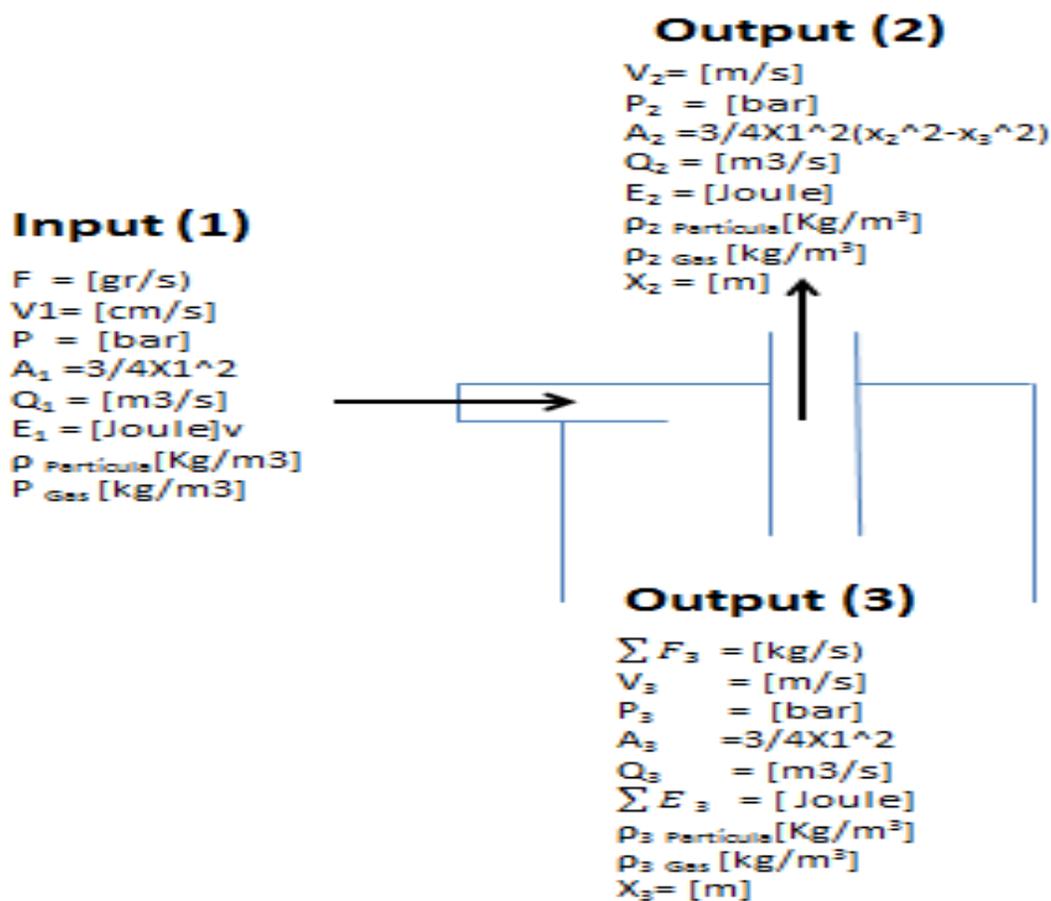


Fig 5 diagram to explain the energy balance in the cyclone. Source the author 2020.

Calculation of the molecular weight of the gas

Calculation of the molecular weight of the reducing gas (Kg/mol) Molar flow.

This is calculated by the percentage of the element times the molecular weight and divided by 100.

H₂ = 57gr / mol; CO = 8,95gr/mol; CO₂ = 3,30 gr/mol; CH₄ = 25,57gr / mol and N₂ = 4,13 gr/mol.

The molecular weight of the reducing gas is 10,37 gr/mol.

Calculation of the gas density using operational data

The reducing gas density kg / m³ is determined, applying the ideal gas law $P * V = n * R * T$, we can substitute the number of moles that is equal to the mass over the molecular weight of the gas. Then we have the equation of the following form $P * V = m / P_m * R * T$, now if we can clear the density of this equation, remembering that the density is equal mass over the volume, the mathematical equation is: $m / V = P * P_m / R * T$ we already have the formula to calculate the density, for this we have the input data.

The molecular weight of the reducing gas that was calculated in step two is 10.37 gr/mol, the outlet gas temperature is 600°C, and the working pressure is 10 atm.

I convert 600 degrees centigrade to kelvin = 873 K

$$\rho = \frac{10,37 \frac{gr}{mol} * 10 atm}{0,0821 \frac{lbs * atm}{K * mol} * 973 K}; \rho = 0,1715 gr/lts = 1,75 kg/m^3$$

Calculation of bed density

The density of the bed is calculated, for this the pressure data measured by the instrument pdi xy.18.733 is taken, which censes the density of the bed in a wustite reactor, in this case the value of 108 mbar, then it was transformed to density obtaining a value of ρ of 1,542 kg/m³.

Calculation of real velocity of the gas entering the cyclone separator

The speed of the gas that is entering each of the cyclones is determined, the inlet flow is assumed to be 200,000 Nm³/h, total flow that enters the reactor, from the bottom, this flow is divided by four since it is the amount of cyclones that make up the system, in order to have a uniform distribution.

$$Q = \frac{200.000 \frac{Nm^3}{h}}{4}; 50.000 \frac{Nm^3}{h}$$

working pressure 10 atm and temperature of 600°C.

It is important to calculate the actual flow that is entering the cyclone.

Q_{real} is calculated with the following equation.

$$Q_{real} = \frac{200.000 \frac{Nm^3}{h} + \frac{1,013}{10 atm + 1,013} * (273,15 + 600^{\circ}C)}{273,15^{\circ}C}$$

$$Q_{real} = 58.806 \frac{m^3}{h}$$

Divide by 4 to determine the actual flow entering each cyclone.

$$Q_{real} = 14.701 \frac{m^3}{h}$$

This is actual flow that should enter the rectangular mouth of each cyclone.

Calculation of the theoretical entering gas velocity

We then proceed to calculate the velocity of the gas entering the cyclone, with the following flow equation, in which the velocity is cleared.

$$Q=V*A; V=Q/A$$

Where

V is the velocity m/s

Q is the flow rate m³/h

A is the area of the rectangular = 0,245m²

The theoretical and actual speed is determined.

Theoretical V = 56,77m/seg (very high)

Real speed = 16,69 m/seg (Real speed)

Volume calculation of particle separation in the cylindrical zone

The cyclone volume calculations were made to determine the mass with which the wustite mineral particles are impacting the cyclone wall.

For this reason, it is necessary to know the material of manufacture of the barrel or cylindrical area, in this case it is 304 stainless steel with the density of austenitic stainless steel AISI-304 whose density ρ_{steel} 7,980 Kg / m³ these plates have a thickness of 15 mm, height 1,391 m, diameter of the cyclone 1,423 m (D) radius 0,712 m.

Calculation of the cyclone perimeter

$$P = 2 * 3,1416 * 0,712 m$$

$$P = 4,470mts$$

Volume calculation $h * e * P$

h is the height mts

e is the thickness mts

P is the perimeter mts

$$V = 0,093 \text{ m}^3$$

Calculation of inlet wall mass

M = Volume * Steel density

$$M = 744,53\text{kg}$$

Calculation of particles impact released energy

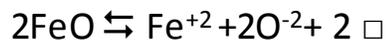
The impact energy is calculated with the following equation

$$E_c = \frac{1}{2} M * V^2$$

$$E_c = 103,707 \text{ K J / mol}$$

Calculation of energy for vacancies

The reduction chemistry is calculated: During the transition from wustite to metallic iron, 2 vacancies are generated, with this the amount of energy associated with the reduction mechanism is determined.



$$1(\square) = 28 \text{ cal/mol}; 1 \text{ J} = 0,238 \text{ cal /mol}; 1(\square) = 235,29 \text{ J}$$

The energy per vacancy product of the reaction of wustite with oxygen is calculated.

A vacancy is equal to 28.38 Kcal/mol Tesis Dr Oscar Dam [7].

During this process, two vacancies arise

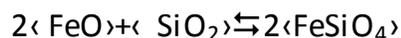
$$E_{vac.} = 4 * 28,38 \text{ Evac.} = 113,20 \text{ Kcal/mol}$$

$$E_{vac} = 473,63 \text{ K J/mol}$$

Determination of associated chemical reactions to calculate heat capacity.

Applying the first law of thermodynamics to explain the energy of formation of iron ferrosilicate in the proposed system.

For the formation of fayalite as expressed in the following reaction.



Next, in table III, we have the elements to be used to carry out the thermodynamic calculations

Table 3

Element	Molecular Weight (gr/mol)	Density (gr/cm ³)	Melting point (°C)
<i>SiO₂</i>	60	2,65	-
<i>FeO</i>	72	5,75	1.377
<i>Fe₂O₃</i>	160	5,24	-
<i>Fe₃O₄</i>	232	5,17	1.597
<i>2FeO.SiO₂</i>	203,78	(3,58 a 4,32)	1.205

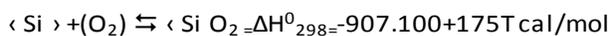
Source the author 2020

$C_p\text{Fe}(\alpha) = 37,12 + 6,147 \times 10^{-3}T - 0,5 \text{ J/K}$; $C_p\text{Fe}(\gamma) = 24,48 + 8,45 \times 10^{-3}T \text{ J/K}$

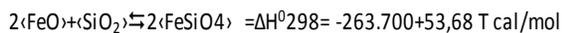
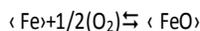
Thermodynamic reaction



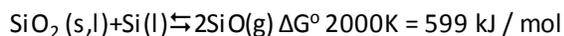
$\text{SiO}_2 \Delta H^0_{298} = -910.900 \text{ cal/mol}$



When the two reactions are combined:



Explains Eli Ringdalen, (2016) [8] Quartz (SiO_2) is the main source of silicon for the production of metallurgical grade silicon in submerged arc furnaces and with softening temperatures in the range of 1675 °C to 1800 °C, and melting temperatures in the range of 1790 °C to 1900 °C were recorded.



For the formation of fayalite David R Gaskell (2003) [9] in introduction to thermodynamics so that 2FeO.SiO_2 is a compound formed from FeO with SiO_2 at a pressure of 1 atmosphere, the free energy Gibbs, the following reaction is obtained.



The molecular weight is 203,73 gr/mol

$\Delta G^0_{1200K} = 54 \text{ KJ/mol}$

Therefore, 599 KJ/mol plus 54 KJ/mol are required to start the fayalite formation process; this gives a total of 653 KJ/mol.

Calculation of the heat capacity using the first law of thermodynamics

The heat of reduction reaction: It is the net heat in the passage from wustite to metallic iron, when the phase

transformation occurs Iron($\text{Iron}(\alpha-\gamma)$): This occurs after the impact of the particle with the metallic surface of the separator barrel mechanical cyclone, in this case the inlet gas temperature 600°C and outlet gas temperature 700°C are known, particle diameter \varnothing particle 4,31 E-04mm and the heat capacity is calculated with the following equation. The amount of energy transferred by heat between a sample of mass m of a material and its surroundings by a change in temperature from T_1 to T_2 is:

$$Q = \int_{T_1}^{T_2} C_p * dT$$

The energy transferred is calculated by applying the following equation $\Delta Q = C_p * m * \Delta T$ to determine the amount of heat transferred.

Where

ΔQ = Net heat transfer from gas;

C_p := Specific heat

m = Mass

The amount of energy released is determined.

$$C_p = 37,12 * (993,15K - 873,15K) + (6,17 * 10^{-3} * (993,15K^2 - 873,15K^2)) + 56,92 * (993,15K^{0,5} - 873,15K^{0,5}) + 24,48 * 10^3 * (1664^{-3} - 1187^{-3})$$

$$C_p = 5.948 \text{ J/K}$$

Calculation of particle volume

$$\text{Particle} = \frac{4}{3} * (1) * 3,1416$$

$$V_{\text{particle}} = 4,188 \text{ cm}^3$$

$$\text{Mass} = \text{Density} * V_{\text{particle}}$$

$$\text{Mass} = 4,32 \text{ gr / cm}^3 * 4.188 \text{ cm}^3$$

$$\text{Mass} = 18,096 \text{ gr} = 0.018096 \text{ kg}$$

The density of FeO 5,77gr / cm³ and the density of SiO₂ 2,62 gr / cm³ are known

Inlet temperature 600°C outlet temperature 700°C

The temperature in Kelvin 273,15 + °C

$$T_{\text{inlet}} = 873,15 \text{ K}$$

$$T_{\text{outlet}} = 973,15 \text{ K}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

$$Q = 12,92 \text{ KJ / mol}$$

Creep temperature when working with 600 °C,

$$T_c = 873/1808 = 0,478$$

$$T_c = 0,478 * T_f$$

Where

T_c is the critical temperature; T_f is the melting temperature of iron.

IV RESULTS

To carry out the energy balance, the composition of the gas that enters the wustite reactor with the following molecular weight 10,37 g/mol and working temperature of 600°C to 800°C with working pressures of 10 bar was taken.

Next, table 4 of the results of the energy balance that acts in the internal part of the cyclone separator is shown, in order to explain the adhesion formations and therefore the generation of the fayalite is possible.

Table 4

MEANING	UNIT (KJ/MOL)	UNIDAD (KCAL/MOL)
Energy per impact	103,71	29,79
Energy per vacancy	473,63	113,20
Energy per particle collision	12,92	3,09
Energy due to inelastic collision	69,75	16,67
Total Energy	660,01	157,74

Source: the author 2020

V.CONCLUSIONS

For the fusion of quartz in a liquid state at 2,000K, 599KJ/mol is required and for the fusion of fayalite at 1200K, 54 KJ/mol is required, the sum of energy gives a total of 653 KJ / mol with this amount of energy being is guaranteeing the formation of this ferrosilicate, by energy balance it was determined that 660 KJ/mol enough energy is generated to guarantee the softening point of the particles inside the cyclone separator.

The formation of adhesions in the form of shells in the cylindrical zone in the temperature range greater than 600 ° C and pressures greater than 10 bar, is possible in fluidized bed processes when they work with molecular weights in the gas of 10 gr/mol.

Thermoplasticity in the studied temperature range 600 ° C (873K) to reach the melting point of iron requires the following factor 0.478, obtaining the following equation $T_c = 0.478 * T_f$.

The results shown in the summary table of the summation of the energies released inside the cyclone separator is 660 KJ/mol higher than the 599 KJ / mol that is required to melt the silicon oxide at 2000 ° C.

RECOGNITION

The authors are especially grateful to the Directorate of Postgraduate Research at UNEXPO for the opportunity to write a research article related to the energy balance to explain the formation of fayalite inside the cyclonic separator that occurs at temperatures below the point eutectic.

REFERENCES

- [1]O. Bustamante. "Dissipation of mechanical energy in the discharge of a hydrocyclone". (Dyna, Ed.) The network of Scientific Journals of Latin America, the Caribbean, Spain, and Portugal, vol. 80 (181), Pages 136-143,2013
- [2]K.Petersen, P.Aldrich, and D.Van., "Hydrocyclone underflow monitoring using image processing methods. Minerals Engineering", pp. 301-315,1996
- [3]M. Farghaly, "Controlled Wash Water Injection to the hydrocyclone underflow" [Ph.D. Thesis]. Erlangen, FAU,2009
- [4]M, Schneider, and T. Neesse. "Overflow-control system for a hydrocyclone battery. Int. J. Miner. Process". 74, pp. 339 – 343, 2004.
- [5]J.Bergström., "Flow field and fiber fractionation studies in hydro cyclones" [Ph.D. Thesis] Stockholm, Sweden, Royal Institute of Technology,2006
- [6]C, Liu, L. Wang, and Q. Lui., "Investigation of energy loss mechanisms in cyclone separators". Chemical Engineering Technology 28, pp. 1182-1190,2005
- [7]O.Dam. & E.Jeffes., "Model for detailed assessment of chemical composition of reduced iron ores from single measurement". Ironmaking and Steelmaking,1987
- [8]E. Ringdalen., "Softening and melting of SiO₂ an important parameter for reactions with quartz in Si production" pp 43-44,2016

[9]R. Gaskell., "Introduction to the Thermodynamics of Materials. New York: Taylor & Francis" pp 614-616,2003

CURRICULUM SUMMARY



Alberto R Echegaray R, Metallurgical Engineer Graduated from Unexpo Puerto Ordaz de Venezuela in 2002. Master Sinence in Metallurgy and Postgraduate in simulation, Energy Efficiency, Specialist in Maintenance Management. Studying a PhD in Engineering Science at Unexpo. Member of the engineering college. I have worked since (1998) in Fior de Venezuela in (2000) I move to the start-up group of Finmet Technology in Orinoco Iron (Orinoco Briquetera) with the position of operation technician, technical assistant and later as Specialist of level IV process. I am currently working in the Energy Management department attached to the Presidency.

