

INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO: **HORIZONTES DE INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Lida Niño de Virtuoso
Alfredo Rodríguez Iranzo
(Coordinación)



**INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO:
HORIZONTES DE INVESTIGACIÓN
EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Lida Niño de Virtuoso
Alfredo Rodríguez Iranzo
(Coordinación)

**INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO:
HORIZONTES DE INVESTIGACIÓN
EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Eurytion^{PRESS}

© 2024 by Eurytion Press

Authors: Lida Niño de Virtuoso, Alfredo Rodríguez Iranzo (Eds.)

All manuscripts are accepted based on a double-blind peer review editorial.

This book was subjected to a double-blind peer review process.

Eurytion PRESS

Eurytion Press

ISBN: 978-84-10465-17-6

All rights reserved. No part of this book may be reprinted or reproduced or utilised in any form or by any electronic, mechanical, or other means, now known or hereafter invented, including photocopying and recording, or in any information storage or retrieval system, without permission in writing from the publishers.

How to cite this book: Niño de Virtuoso, L., & Rodríguez Iranzo, A. (2024). *Innovación y Conocimiento: Horizontes de Investigación en la Educación Superior*. Badajoz: Eurytion Press

First Edition published by Eurytion Press, 2024

Quality of Teaching and Research in the University Series

This series presents innovative research on the quality of teaching, research and management in the university born of the 21st century and the digital revolution. This series is managed by the Universidad Metropolitana (UNIMET)



President of the Superior Council

Irwin John Perret-Gentil Mijares

Chancellor

María Isabel Guinand de Patiño

Academic Chancellor

Natalia Castañón

Management Chancellor

María Gabriela Escalona

Secretary

Luis Santiago Perera

Scientific and Evaluation Committee

Lida Niño - President

Miriam Benhayón Benarroch - Dean of Research and Academic Development

Miguel Albujas Dorta - Director of Research and Academic Development

Yolibet Ollarves Levison - Director of Academic Development

Alfredo Rodríguez Iranzo - Director of Academic Publications

Elena del Valle - International Advisor

Daisy Hernández Sánchez

Gloria Marina López

María Cecilia Fonseca

María Eugenia Álvarez

María Eugenia Perfetti

Maria Magdalena Ziegler Delgado

Miguel Pérez Hernández

Nancy Requena García

Rafael Marcano Vera

Víctor Tortorici Rojas

Associate Members

Beatriz Peña-Acuña, Universidad de Huelva

Carlos E. Gómez Camacho, Politécnico di Torino

Carmen Marta Lazo, Universidad de Zaragoza

David Santiago Coll, IVSS

Mercedes de la Oliva Fernández, Universidad Isabel I.

Contenidos

Prefacio.....	11
CIENCIAS E INGENIERÍAS	
Estudio de la formación de la fase líquida y su efecto en la producción en yacimientos de gas-condensado Elizabeth Lander Hernández, María A. Llamedo C., Sergio Caicedo-Sandgren.....	15
Sintonización óptima asistida por computadora de controladores PI para sistemas no lineales con restricciones de amplitud en el actuador Pedro Teppa-Garran, Gabriel El Gharib.....	25
Factorización del Espectro de Adyacencia y Laplaciano usando operads Lineales Jean Carlos Liendo.....	35
La dinámica de fluidos computacional en turbinas hidráulicas Miguel Asuaje.....	45
Dilatación Unitaria de un Semigrupo Local Mixto de Contracciones Ángel Padilla.....	57
Evaluación de la obtención de harina para uso alimenticio a partir de residuos sólidos de <i>Ananas comosus</i> (Piña) Camila Gibara, María Alejandra Rodríguez.....	61
Uso de <i>Vigna unguiculata</i> para la formulación de un dulce de leche vegano Suhey Pérez-Sepúlveda, Andrea Romero-Veloz.....	71
Evaluación del potencial uso de los Lodos de Vinaza de la C.A. Destilería Yaracuy como abono orgánico Daniel Alfonso Abreu Puche, María Alejandra Rodríguez.....	81
Producción de un protector solar humectante con componentes naturales Adriana Calderón, Claudia Maurette, María Rodríguez, Gerardo Martínez.....	91
Revisión y evaluación de diferentes metodologías para la obtención de hidrógeno verde, a partir de la电解sis del agua Rosa María Rodríguez, Nancy Confortti, Gabriel da Silva, Laura Urbina.....	101

CIENCIAS SOCIALES

Estado nacional en el desarrollo de las crisis humanitarias Carlos Felipe Castaneda Mejias.....	109
La Protección de Ecosistemas como ventaja competitiva de las grandes empresas Yazenia Frontado Brito.....	115
Impago de la deuda de Venezuela en 2017 Hermes A. Pérez F., Rafael Mac-Quahae.....	123
Intervención Apreciativa dentro del Departamento de Especialidades de Pastas Capri C.A. Argelia María Olivo Reyes, Carlos Xavier Roa Vasquez, Carmen Rosa Arzola Perera.....	133
Frescolita, una marca más allá del refresco Luis L. Cova F., Oriana Bello F., Mónica A. Ladera M.....	143
Conclusiones del proyecto de investigación “La autorregulación normativa empresarial”. Responsabilidad social, manejo de riesgos y prevención de sanciones Liliana Vaudo Godina.....	153

HUMANIDADES

Ánálisis comparativo de los problemas de traducción de la rima al español de quince poemas de Emily Dickinson realizadas por Margarita Ardanaz (2010) y Amanda Berenguer (2013) Fabiola Pita Coronado, María Natalia Ochoa Battistini.....	171
La emigración de una familia mexicana al Madrid del siglo XXI en la novela Ceniza en la boca de Brenda Navarro (2023) Laura Margarita Febres.....	181
La campaña militar y el bloqueo naval de Coro: acciones de tierra y mar que neutralizan a los alzados de la Revolución de Coro (1874-1875) Germán José Guía Caripe.....	189
La (Auto)Biografía Proyectual como Espiral Pedagógica: la investigación que retorna al aula. Caso de estudio: "Guía de Arquitectura Orgánica" Jorge Villota Peña.....	195

Prefacio

La presente obra “Innovación y Conocimiento: Horizontes de Investigación en la Educación Superior”, fruto del trabajo de muchos especialistas universitarios, ofrece una visión panorámica y multidisciplinaria de la investigación académica actual y su diálogo con la generación del conocimiento. Contempla múltiples áreas de las ciencias e ingenierías, las ciencias sociales y las humanidades, reuniendo un conjunto de estudios que, desde diversas disciplinas, abordan temas de gran relevancia para la comprensión y el avance de nuestro conocimiento científico y cultural. Los autores, destacados académicos en sus respectivos campos, presentan investigaciones innovadoras que abarcan desde el estudio de los yacimientos de gas y la dinámica de fluidos computacional hasta el análisis económico, la responsabilidad social empresarial y los estudios literarios. Cada capítulo aporta nuevas perspectivas metodológicas y teóricas, contribuyendo al progreso del conocimiento en sus respectivas áreas.

Los lectores encontrarán análisis rigurosos basados en métodos científicos avanzados, nuevas interpretaciones de fenómenos sociales y económicos, y reflexiones profundas sobre el papel de la cultura y el pensamiento en la sociedad. La obra destaca por su enfoque interdisciplinario, combinando métodos de investigación de las ciencias naturales, sociales y humanísticas. Estos variados temas se entrelazan para ofrecer una visión holística de los retos y logros presentes en el amplio espectro de la investigación académica contemporánea. Este volumen no solo contribuye al debate académico en múltiples campos, sino que también ofrece valiosas perspectivas para comprender mejor nuestro entorno tecnológico, social y cultural.

Supone, en general o en cada uno de sus capítulos, una lectura muy recomendable para estudiantes, investigadores y científicos interesados en las múltiples facetas de la investigación que se desarrolla en los ámbitos universitarios. Además, al incluir contribuciones de colaboración internacional, permite percibir también la importancia de potenciar la variedad y heterogeneidad de los grupos de investigación, lo que puede contribuir a incrementar la relevancia de los mismos en el contexto de la comunidad científica. Cabe destacarse, asimismo, que esta obra puede ayudar a aquellos que estén interesados en el diseño de metodologías científicas, pues estos trabajos presentan nuevos e innovadores modelos. Hablamos en conjunto de una novedosa aportación que muestra algunos de los más destacados horizontes de la investigación en el contexto de la educación superior. La cual forma parte hoy de las vanguardias del conocimiento.

CIENCIAS E INGENIERÍAS

Estudio de la formación de la fase líquida y su efecto en la producción en yacimientos de gas-condensado

¹Elizabeth Lander Hernández, ²María A. Llamedo C.,

³Sergio Caicedo-Sandgren

^{1,2}Universidad Metropolitana, Venezuela, Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073

³GTS, Katy, Texas, Estados Unidos

¹lander@unimet.edu.ve, ²mllamedo@unimet.edu.ve, ³sergiocaicedo@hotmail.com

Abstract: Este trabajo propone una metodología para predecir la formación de la fase líquida en los yacimientos de gas-condensado que conlleve al establecimiento de alternativas para la mitigación de este fenómeno y sus efectos negativos que afecten la producción óptima del pozo. El procedimiento que se emplea está basado en el análisis de matrices de valoración de criterios aplicados a los parámetros críticos que inducen el fenómeno (presión, temperatura, tasas de producción, características de flujo del sistema, entre otros) de modo que se pueda establecer una jerarquización de estos en función de la susceptibilidad ante el parámetro y la utilidad de la correlación. La técnica propuesta es un nuevo enfoque que facilita y mejora el proceso de toma de decisiones en proyectos relacionados a la producción de gas ya que al conocer los parámetros o condiciones dominantes en el comportamiento termodinámico del sistema yacimiento-producción permite la selección de métodos numéricos y correlaciones necesarias para estudiar la productividad y funcionamiento de ellos, de modo que estos puedan ser optimizados de ser necesario.

Keywords: Gas; condensado; columna de fluidos; yacimiento; matriz de valoración de criterios; merma en producción.

1. INTRODUCCIÓN Y PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

Los yacimientos de gas condensado presentan un comportamiento termodinámico de fase complejo debido a la existencia de un sistema de dos o más fases dependiendo de las condiciones de temperatura y presión del sistema yacimiento-producción; la producción puede ocurrir como un líquido condensado en conjunto con el agua presente, esto depende del nivel energético o el nivel de declinación de la presión del yacimiento. La presencia de este fenómeno va estrechamente relacionada no solamente con las características del yacimiento y la termodinámica de los fluidos, sino a su principal causa que es el punto de rocío, lo que puede permitir la existencia de hasta tres fases (agua, gas y líquido condensado) siempre y cuando el gas original del yacimiento se encuentre constituido de hidrocarburos con la presencia en trazas de gases inertes y vapor de agua. (Tzintzun, 2016)

Tzintzun (2016) señala que desde un primer momento, el fluido dentro del yacimiento existe como gas a las condiciones de yacimiento P y T; la formación de condensado se puede presentar dependiendo de las condiciones alcanzadas desde la cara de la arena de

formación en el yacimiento y/o durante el trayecto desde la arena productora hasta la superficie (cabezal de pozo) y su llegada al separador, procediendo a condensar los líquidos hasta llegar a su valor máximo en el momento en que termodinámicamente salen de la región de condensación retrógrada, es decir el fenómeno que toma lugar cuando ocurre la expansión de una mezcla de gases a temperatura constante en el yacimiento donde ocurre compresión del gas, o durante su respectivo calentamiento donde la condensación se lleva a cabo por el enfriamiento del gas (Arenas, 2007), para posteriormente evaporarse de nuevo. Este comportamiento termodinámico mostrado en el yacimiento se debe a una tasa condicionada por la porosidad de la roca (Φ), permeabilidad de la roca (k) y caída de presión (ΔP) al atravesar los poros de la roca del yacimiento, la cual se encuentra demostrada en la Figura N°1.

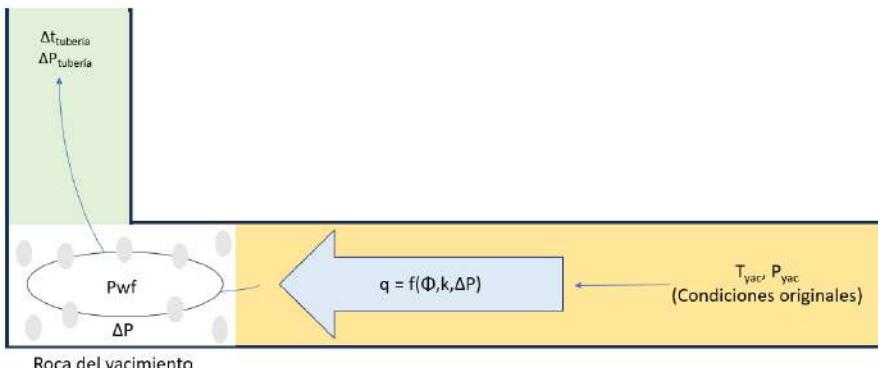


Figura N°1. Comportamiento termodinámico dentro del yacimiento

En este sentido, tanto la formación de la fase líquida como su respectiva re-vaporización incide directamente en la calidad del fluido original del yacimiento, el cual se va empobreciendo (Tzintzun, 2016) así como afecta las condiciones de flujo. Esta modificación en detrimento del fluido original es el causal de que se reduzca con una tendencia irreversible la productividad del pozo, disminuyendo la disponibilidad del gas para la venta e influenciando la obstrucción en cuanto a la producción del gas por parte de los condensados. (Carrillo, 2005); y al incrementar la producción de agua el problema es aún más crítico.

El objetivo de este trabajo es estudiar las posibles variables críticas presentes en los yacimientos de gas condensado que favorecen la formación de este fenómeno de condensación retrógrada de modo que puedan relacionarse a un yacimiento de gas condensado del Norte de Monagas que presente este problema, de manera que se logre establecer un procedimiento de mitigación para disminuir los efectos negativos que esto pueda tener en la producción del yacimiento. Esto se estará realizando mediante el análisis

de sensibilidad y susceptibilidad de dichos parámetros gracias al uso de matrices de jerarquización.

Estudiar, comprender y caracterizar los factores que inducen este fenómeno (tales como las propiedades de las fases, las características del flujo y las presiones existentes) desde las primeras instancias del proyecto servirá para asegurar que la producción del pozo se realice en condición de aseguramiento de flujo y por ende no se vea afectada la producción.

2. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para realizar el estudio previamente definido consiste en la evaluación de distintas matrices de jerarquización o evaluación de criterios, siendo estos criterios los parámetros presentes en un yacimiento de gas, en conjunto con algunos métodos de optimización de la producción, siendo los siguientes (con su respectiva nomenclatura):

- A. Gradiente de temperatura del yacimiento con respecto a la superficie.
- B. Gradiente de presión del yacimiento con respecto a la superficie.
- C. Levantamiento de gas como método de optimización de la producción.
- D. Porosidad y permeabilidad de la roca del yacimiento.
- E. Diámetro de tubería de producción.
- F. Velocidades críticas del flujo del gas que se estudia.
- G. Problemas de corrosión por el contenido de gases ácidos.
- H. Volumen total del yacimiento.
- I. Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas.
- J. Gradiente de temperatura de la tubería de producción.
- K. Gradiente de presión de la tubería de producción.

Asimismo, se diseñaron tres (3) matrices de jerarquización de criterios:

- **Matriz 1: Matriz de evaluación de influencia de criterios en la formación de fase líquida en yacimientos de gas-condensado**

El llenado de esta matriz pretende determinar y establecer los niveles de influencia de los distintos parámetros críticos en la formación de fase líquida en yacimientos de gas según la siguiente escala de evaluación:

Calificación	Descripción según su influencia en la formación del fenómeno
5	Principal influyente
4	Muy influyente
3	Medianamente influyente
2	Poco influyente
1	No influye en lo absoluto

Tabla 1. Rúbrica de Evaluación Y

mediante el llenado de la siguiente matriz:

Parámetro	Descripción	Calificación
A	Gradiente de temperatura del yacimiento con respecto a la superficie	
B	Gradiente de presión del yacimiento con respecto a la superficie	
C	Levantamiento (Lifting) de Gas como método de optimización de la producción	
D	Porosidad y permeabilidad de la roca del yacimiento	
E	Diametro de tubería de producción	
F	Velocidades críticas de flujo del gas que se estudia	
G	Problemas de corrosión por el contenido de gases ácidos	
H	Volumen total del yacimiento	
I	Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas	
J	Gradiente de temperatura de la tubería de producción	
K	Gradiente de presión de la tubería de producción	

Tabla 2. Formato para el llenado de la matriz de evaluación

- **Matriz 2: Matriz de jerarquización según la influencia de criterios en la formación de fase líquida en yacimientos de gas-condensado**

El llenado de esta matriz pretende jerarquizar y comparar los distintos parámetros críticos que influyen en la formación de fase líquida en yacimientos de gas según la siguiente escala de evaluación:

Calificación	Descripción según su influencia en la formación del fenómeno
5	Si el criterio fila es mucho menos importante que el criterio columna
4	Si el criterio fila es menos importante que el criterio columna
3	Si el criterio fila es igual de importante que el criterio columna
2	Si el criterio fila es más importante que el criterio columna
1	Si el criterio fila es mucho más importante que el criterio columna

Tabla 3. Rúbrica de Jerarquización Y

mediante el llenado de la siguiente matriz:

Parámetro	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A											
B											
C											
D											
E											
F											
G											
H											
I											
J											
K											

Tabla 4. Formato para el llenado de la matriz de jerarquización

- **Matriz 3: Matriz de sensibilidad según la coexistencia de criterios en la formación de fase líquida en yacimientos de gas-condensado**

El llenado de esta matriz pretende determinar y establecer los niveles de influencia de la coexistencia de los distintos parámetros críticos en la formación de fase líquida en yacimientos de gas según la siguiente escala de evaluación:

Calificación	Descripción según su influencia en la formación del fenómeno
5	Principal influyente
4	Muy influyente
3	Medianamente influyente
2	Poco influyente
1	No influye en lo absoluto

Tabla 5. Rúbrica de Sensibilidad Y

mediante el llenado de la siguiente matriz:

Parámetro	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A											
B											
C											
D											
E											
F											
G											
H											
I											
J											
K											

Tabla 6. Formato para el llenado de la matriz de sensibilidad

3. RESULTADOS

Tomando en cuenta que la media representa el valor promedio de un conjunto de mediciones se calcula dividiendo la sumatoria de todas las mediciones entre el número de mediciones, y que la moda representa el valor que aparece con mayor frecuencia en una serie de mediciones, tomando las respuestas de 10 personas con experiencia laboral y/o académica en el área de yacimientos-productividad de gas, se procedió a calcular utilizando la herramienta de Microsoft Excel la media aritmética y la moda para las distintas calificaciones asignadas a cada parámetro dentro de la Matriz 1:

Parámetro	Descripción	Media	Moda
A	Gradiente de temperatura del yacimiento con respecto a la superficie	4,00	5,00
B	Gradiente de presión del yacimiento con respecto a la superficie	4,60	5,00
C	Levantamiento (Lifting) de Gas como método de optimización de la producción	3,00	3,00
D	Porosidad y permeabilidad de la roca del yacimiento	3,00	3,00
E	Diámetro de tubería de producción	3,60	4,00
F	Velocidades críticas de flujo del gas que se estudia	4,10	5,00
G	Problemas de corrosión por el contenido de gases ácidos	1,70	1,00
H	Volumen total del yacimiento	2,30	1,00
I	Propiedades fisicoquímicas del gas y termodinámicas del gas	4,50	5,00
J	Gradiente de temperatura de la tubería de producción	3,70	4,00
K	Gradiente de presión de la tubería de producción	4,10	5,00

Tabla 7. Calificaciones obtenidas para la matriz 1 según la media y la moda

Considerando ambos resultados obtenidos para la Matriz 1 luego de analizar las calificaciones asignadas por 10 especialistas en el área, se puede establecer que los parámetros A (Gradiente de temperatura del yacimiento con respecto a la superficie), B (Gradiente de presión del yacimiento con respecto a la superficie), F (Velocidades críticas del gas que se estudia), I (Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas) y K (Gradiente de presión de la tubería de producción) son los que tienen mayor influencia en la formación y persistencia de este fenómeno.

Con respecto a la Matriz 2, las calificaciones otorgadas según la media con base a la opinión y experiencia académica y/o laboral de 10 especialistas fueron las siguientes:

Parámetro	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Total
A		3,75	2,50	2,88	3,63	3,75	2,00	2,13	3,75	3,13	3,63	31,13
B	2,25		1,75	2,00	2,25	2,38	1,50	1,63	2,88	2,25	2,25	21,13
C	3,75	4,00		3,75	4,00	4,00	2,63	3,25	4,38	3,75	4,00	37,50
D	3,13	3,75	3,13		3,50	3,88	2,50	3,38	4,13	3,50	3,63	34,50
E	2,88	3,13	2,38	2,50		3,38	1,50	2,50	3,13	2,63	2,88	26,88
F	2,50	3,25	2,63	1,88	2,38		1,50	2,50	3,25	2,25	2,75	24,88
G	4,50	4,63	4,00	4,50	4,50	4,63		4,13	4,75	4,13	4,13	43,88
H	3,88	4,13	3,38	3,50	4,13	4,38	2,75		4,50	3,63	3,75	38,00
I	2,75	3,00	2,00	2,00	2,13	2,88	1,63	2,13		2,13	2,50	23,13
J	3,13	3,50	2,75	3,00	3,38	3,88	2,25	2,63	3,25		2,88	30,63
K	3,00	3,25	3,00	2,88	3,38	3,63	2,38	2,75	3,38	2,88		30,50
Total												342,13

Tabla 8. Calificaciones totales según la media para la Matriz 2

Luego, se procedió a calcular la ponderación final para cada parámetro empleando la siguiente ecuación: PCF=(PTCF/PT)*100 donde: PCF corresponde a la Ponderación del Criterio Fila, PTCF corresponde al Puntaje total del Criterio Fila, y PT corresponde a al Puntaje total.

Parámetro	Ponderación
A	9,10%
B	6,17%
C	10,96%
D	10,08%
E	7,86%
F	7,27%
G	12,82%
H	11,11%
I	6,76%
J	8,95%
K	8,91%

Tabla 9. Ponderaciones totales según la media para la Matriz 2

Ante esto, se observa que los parámetros G (Problemas de corrosión por el contenido de gases ácidos), H (Volumen total del yacimiento) y C (Levantamiento de gas como método de optimización de la producción) fueron aquellos que obtuvieron mayores ponderaciones con respecto a los demás, permitiendo deducir que son considerados como los más importantes o significativos para la formación del fenómeno al ser los parámetros con mayor valoración asignada en las matrices.

De la misma manera, la Matriz 3 (que persigue identificar el nivel de influencia de los parámetros críticos en su coexistencia en la formación de la fase líquida en yacimientos de gas) también fue estudiada según la media aritmética y según la moda de las calificaciones asignadas por 10 especialistas en el área:

Parámetro	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A		3,88	2,38	1,88	2,00	2,63	1,13	1,63	4,00	2,25	2,75
B	3,75		1,75	1,88	1,88	2,88	1,13	1,88	3,75	2,38	2,75
C	3,13	3,25		2,63	3,00	3,38	1,75	2,63	3,13	3,38	3,38
D	2,63	3,00	2,13		2,00	3,13	1,75	2,63	2,13	2,38	2,75
E	2,75	3,13	2,88	1,88		4,13	2,13	2,25	2,63	2,75	2,63
F	2,75	3,75	3,00	2,13	3,25		2,00	2,25	3,00	3,00	3,88
G	2,63	2,63	2,00	2,13	2,13	2,13		2,13	2,88	2,25	2,13
H	2,75	3,00	2,00	2,00	1,88	2,00	1,25		2,88	2,13	2,25
I	4,13	4,25	2,88	2,38	2,38	4,00	2,25	2,75		2,63	2,38
J	3,25	3,75	3,00	2,63	3,13	3,63	2,13	2,38	3,38		3,57
K	3,25	3,13	3,63	2,88	3,38	4,00	2,63	2,75	4,13	4,25	

Tabla 10. Ponderación de los criterios fila para la Matriz 3 según la media

Analizando los resultados obtenidos según la media, se puede observar que los parámetros resaltados son aquellos que, en su coexistencia (o estando presentes de forma simultánea) en un yacimiento de gas, son considerados como muy influyentes en la formación de la fase líquida según la media, siendo estos:

- Coexistencia del parámetro A (Gradiente de temperatura del yacimiento con respecto a la superficie) con el parámetro I (Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas).
- Coexistencia del parámetro B (Gradiente de presión del yacimiento con respecto a la superficie) con el parámetro I (Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas).
- Coexistencia del parámetro F (Velocidades críticas del flujo de gas que se estudia) con el parámetro E (Diámetro de tubería de producción).
- Coexistencia del parámetro F (Velocidades críticas del flujo de gas que se estudia) con el parámetro I (Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas).
- Coexistencia del parámetro F (Velocidades críticas del flujo de gas que se estudia) con el parámetro K (Gradiente de presión de la tubería de producción).

- Coexistencia del parámetro I (Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas) con el parámetro K (Gradiente de presión de la tubería de producción).
- Coexistencia del parámetro J (Gradiente de temperatura de la tubería de producción) con el parámetro K (Gradiente de presión de la tubería de producción).

Finalmente, tomando en consideración las tres matrices aplicadas y sus respectivas valoraciones promedio obtenidas de la calificación de 10 especialistas en el área, se presenta el siguiente cuadro resumen con los parámetros seleccionados como los más influyentes en el fenómeno de formación de la fase líquida en yacimientos de gas:

Parámetro	Descripción	Influencia
A	Gradiente de temperatura del yacimiento con respecto a la superficie	Influye en las condiciones del flujo
B	Gradiente de presión del yacimiento con respecto a la superficie	
E	Diámetro de tubería de producción	Influye en el régimen del flujo
F	Velocidades críticas de flujo del gas que se estudia	Ayuda a determinar si hay arrastre de líquido en la corriente de gas o si hay zona de acumulación de líquido en el yacimiento
I	Propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas	Condiciones del flujo
J	Gradiente de temperatura de la tubería de producción	Influye en las condiciones del flujo
K	Gradiente de presión de la tubería de producción	

Tabla 11. Resumen – Parámetros seleccionados como los más influyentes en la formación de la fase líquida en yacimientos de gas

4. CONCLUSIÓN

Las matrices de valoración de criterios permiten jerarquizar criterios o parámetros influyentes del fenómeno de la formación de la fase líquida en yacimientos de gas para el mejor entendimiento de ellos tal que:

- La matriz 1 permitió determinar el nivel de influencia de cada parámetro, instrumento o condición de operación enlistado en la formación de líquido en yacimientos de gas, entendiéndose como más influyentes; los gradientes de temperatura, de presión, propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas, y las velocidades críticas del flujo de gas.

- La matriz 2 permitió comparar dichos parámetros, instrumentos o condiciones enlistadas unas con otras para poder comprender cuales eran más importantes en base a los criterios establecidos y su contraste.
- La matriz 3 permitió determinar el nivel de influencia de la coexistencia de estos parámetros, instrumentos o condiciones enlistadas, entendiéndose como más influyentes:
 - Coexistencia de los gradientes de presión y temperatura con las variaciones en las propiedades fisicoquímicas y termodinámicas del gas.
 - Coexistencia de las velocidades críticas del flujo del gas con las diferencias en cuanto al diámetro de las tuberías.
 - Coexistencia de las velocidades críticas del flujo de gas con las variaciones en sus propiedades fisicoquímicas y termodinámicas.

En este sentido y motivado a que cada sistema yacimiento-producción cuenta con sus propias características y condiciones en cuanto a su flujo (composiciones y propiedades tanto termodinámicas como fisicoquímicas), condiciones operativas (gradiente de temperatura y presión dentro del yacimiento y en sus tuberías), entre otros, es necesario tomar en cuenta que su influencia va a variar según el sistema que se esté estudiando.

5. RECOMENDACIONES

Se sugiere el diseño de nuevas correlaciones y análisis dimensionales para predecir la operación y producción del yacimiento. Es crucial realizar mediciones de las propiedades físicas del gas y del líquido para calcular la velocidad crítica y determinar la presencia de líquido en el yacimiento. Es fundamental modelar una simulación de producción de yacimiento interconectada que considere los parámetros influyentes y el comportamiento termodinámico del flujo. Finalmente, se resalta la importancia de la gestión del yacimiento mediante el monitoreo de la caída de presión y su relación con la tasa crítica.

REFERENCIAS

- Arenas, O., Pineda, C., Santos, N. (2007). *Evaluación del potencial de condensación de fluidos hidrocarburos en el sistema nacional de gasoductos: planteamiento de esquemas de operación adecuados*. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53832007000100013#:~:text=La%20condensaci%20n%20retr%20grada%20es%20un,la%20condensaci%20n%20durante%20el%20enfriamiento
- Carrillo, L. (2005). *Reservorio de gas condensado – análisis de comportamiento*. Retrieved from <http://oilproduction.net/files/COND-FIP-LC-230505.pdf>
- Guevara, N. (2012). *Revisión de las reservas del Yacimiento Nars, M COT 2, ubicado en el Campo Cotoperi, División Furrial*. Retrieved from <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/2867/1/TEG%20Lennies%20Guevara.pdf>

- Instituto Argentino del Petróleo y del Gas Seccional Comahue. (Noviembre de 2015). *Alivio de carga líquida en pozos productores de gas por medio de la aplicación de espumantes en fondo de pozo*. Retrieved from <http://oilproduction.net/files/Descarga%20de%20líquidos%20en%20pozos%20de%20gas-Bolland.pdf>
- Ramírez, M. (Febrero de 2010). *Problemas y soluciones de carga de líquidos en pozos de gas del Activo Integral Veracruz (aiv)*.
- Tzintzun, J. (2016). *Comportamiento de yacimientos de gas*. Retrieved from <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/11182/1/Comportamiento%20de%20Yacimientos%20de%20Gas.pdf>

Sintonización óptima asistida por computadora de controladores PI para sistemas no lineales con restricciones de amplitud en el actuador

Pedro Teppa-Garran, Gabriel El Gharib

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas.

pteppa@unimet.edu.ve, gabriel.elgharib2017@correo.unimet.edu.ve

Abstract: A nivel industrial existe una amplia diversidad de reglas para sintonizar los parámetros de un controlador PI para un sistema lineal. No ocurre así en el caso de sistemas no lineales o cuando se consideran adicionalmente restricciones de amplitud en los actuadores del sistema de control. Este trabajo propone un diseño asistido por computadora basado en Matlab para sintonizar de manera óptima los parámetros de un controlador PI a través de la minimización de un índice de desempeño que depende de una función del tiempo del error de seguimiento para un sistema no lineal que se encuentra sujeto a restricciones de amplitud en el actuador. El algoritmo de diseño se aplica a un sistema de tanques acoplados que tiene una restricción de amplitud de voltaje en la bomba de llenado. Esto es una plantilla. Debe usarla como modelo para presentar su trabajo.

Keywords: Controlador PI; Sintonización óptima; Control restringido; Sistema no lineal; Sistema de tanques acoplados.

1. INTRODUCCIÓN

El controlador Proporcional-Integral (PI) es muy utilizado a nivel industrial. El estudio (Desborough y Miller, 2002) confirma que es empleado en más del 90 % de los sistemas industriales de control. Los parámetros de un controlador PI deben sintonizarse para responder a los requerimientos de diseño; y a ese fin se han formulado diversas reglas para el caso de sistemas lineales (Teppa-Garran *et al.*, 2021). Sin embargo, la sintonización de controladores PI en ambientes industriales no es sencilla debido a varios factores (Liu y Daley, 2001), destacando entre éstos, las restricciones en los actuadores.

Los sistemas de control dependen de los actuadores para generar la señal de control que será aplicada al proceso controlado de manera de regular su salida. Sin embargo, en todo sistema de control existen restricciones que pueden deteriorar significativamente su desempeño. Generalmente, estas restricciones se asocian a limitaciones en la amplitud de los actuadores. Por ejemplo: una válvula es operada dentro del rango de completamente abierta o completamente cerrada, las bombas y compresores poseen un rendimiento finito, los tanques solo pueden contener un volumen específico (Reinelt y Canale, 2001).

Cuando el controlador es exigido más allá de sus límites de amplitud, se satura provocando un comportamiento no lineal en el sistema de control a lazo cerrado. En este contexto es que se orienta la contribución de este trabajo, al apoyarse en la capacidad de los programas computacionales existentes hoy en día para brindar asistencia en el diseño del sistema de

control. Esto es particularmente cierto para sistemas no lineales donde una solución analítica es difícil de obtener.

En este trabajo, se considera la sintonización de los parámetros del controlador PI de manera óptima a través de la minimización de un índice de desempeño dependiente de la integral del error de seguimiento considerando un modelo no lineal del sistema y la presencia en el lazo de un actuador con restricciones de amplitud. En definitiva, se construye un algoritmo de diseño asistido por computadora que se aplica a un sistema no lineal de tanques acoplados con restricciones de amplitud en la bomba de llenado.

2. SISTEMA DE TANQUES ACOPLADOS

El sistema de tanques acoplados se muestra en la Fig. 1. El aparato se utiliza en el laboratorio de control de la Universidad Simón Bolívar en Venezuela. Este sistema ya ha sido empleado en la aplicación y validación de varios algoritmos de control (Teppa-Garran *et al.*, 2012, 2017, 2022, 2023).

Se compone de una sola bomba con dos depósitos. Cada tanque está equipado con un sensor de presión para medir el nivel del agua. La bomba impulsa el agua desde el depósito inferior hasta la parte superior del sistema. Dependiendo de cómo estén configuradas las válvulas de salida, el agua fluye hacia el tanque superior, el tanque inferior o ambos. En la Fig. 2 se muestra una configuración, donde la salida de la bomba está conectada al primer tanque.



Figura 1. Sistema de tanques acoplados. Fuente: (Teppa-Garran *et al.*, 2023)

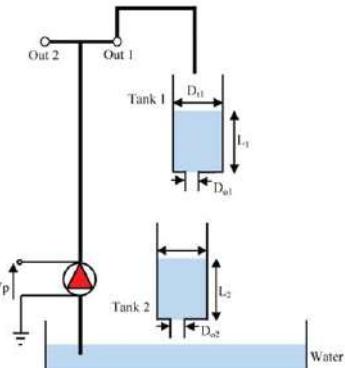


Figura 2. Configuración estándar de conexión del sistema de tanques. Fuente: (Teppa-Garran *et al.*, 2023)

El modelo no lineal de espacio de estados (Grygiel *et al.*, 2016) se presenta en (1), aquí el vector de estados es igual a los niveles de los tanques, la señal de control corresponde al voltaje de entrada aplicado a la bomba y la salida se selecciona como el nivel del segundo tanque.

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= \frac{-C_1}{A_1} \sqrt{x_1(t)} + K_f/A_1 u(t) \\ \dot{x}_2(t) &= \frac{C_1}{A_2} \sqrt{x_1(t)} - \frac{C_2}{A_2} \sqrt{x_2(t)} \\ y(t) &= [0 \quad 1]x(t)\end{aligned}\tag{1}$$

Con $C_1 = A_{d1}\sqrt{2g}$, $C_2 = A_{d2}\sqrt{2g}$, A_{d1}, A_{d2} representan las áreas de la sección transversal de los orificios correspondientes, A_1 y A_2 denotan el área de la sección transversal de los tanques 1 y 2, respectivamente, g es la constante de gravitación universal sobre la Tierra y K_f es la constante de flujo de la bomba.

Especificación	Valor
Dimensiones del sistema de tanques	(30.05)x(33.7)x(91.05) [cm]
Constante de flujo de la bomba	4[$cm^3 s^{-1} V^{-1}$]
Voltaje máximo de la bomba	22 [V]
Constante gravitacional sobre la Tierra	981 [cm/s^2]
Diámetro del orificio en la salida 1	0.635 [cm]
Diámetro del orificio en la salida 2	0.476 [cm]
Diámetros de cada tanque	4.445 [cm]

Tabla 1. Parámetros físicos del sistema de tanques. Fuente: Elaboración propia

3. ALGORITMO DE DISEÑO Y MODELO COMPUTACIONAL

En esta sección se formula el algoritmo general de diseño (ver Tabla 2). La Fig. 3 ilustra el diagrama de bloques del sistema de control realimentado del sistema de tanques acoplados donde aparece el modelo matemático del controlador PI, la zona activa del actuador (bomba), la señal de referencia $r(t)$, el error de seguimiento $e(t)$, la señal de control $u(t)$ y la salida controlada $y(t)$.

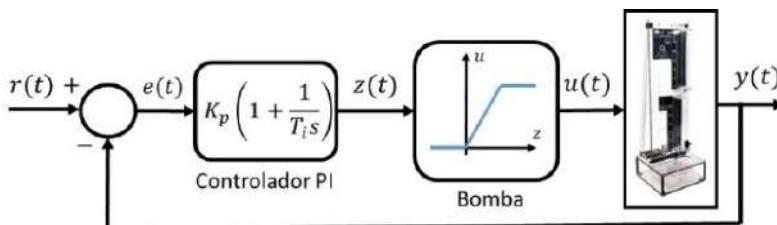


Figura 3. Diagrama de bloques del sistema de control del sistema de tanques acoplados a través de un controlador PI. Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Algoritmo de diseño. Fuente: Elaboración propia

Paso 1	Determinar unos valores preliminares de K_p y T_i para el controlador PI usando alguna regla de sintonización convencional. Estos valores se emplearán para inicializar el procedimiento de optimización programado en el paso (8).
Paso 2	Computar el tiempo de establecimiento t_s (<i>Settling time</i>) del sistema de control a lazo cerrado empleando el controlador PI con los parámetros computados en el paso (1).
Paso 3	Definir un tiempo final $t_f > t_s$ que será usado posteriormente en el programa de optimización de los parámetros del controlador PI.
Paso 4	Aproximar el comportamiento del actuador no lineal en su zona activa.
Paso 5	Modelar la planta no lineal empleando n variables de estado.
Paso 6	Modelar el controlador PI incorporando la variable de estado $x_{n+1}(t)$.
Paso 7	Modelar el índice de desempeño como la integral de una función del error de seguimiento $e(t)$ (Tabla 3) agregando la variable de estado $x_{n+2}(t)$.
Paso 8	Desarrollar el modelo computacional (programa) de optimización.
Paso 9	Ejecutar el programa.
Salida	Los valores de K_p y T_i suministrados por el programa del paso (8) minimizan el índice de desempeño del paso (7) para la planta no lineal del paso (5) y el actuador definido en el paso (4).

A continuación se desarrollan en detalle los diferentes pasos del algoritmo.

Paso 1: Linealizando (1) en el punto de operación $x(t) = [\tilde{L}_1, \tilde{L}_2]^T$ resulta en las ecuaciones

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} \frac{-c_1}{2A_1\sqrt{L_1}} & 0 \\ \frac{c_1}{2A_2\sqrt{L_1}} & \frac{-c_2}{2A_2\sqrt{L_2}} \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} K_f/A_1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = [0 \quad 1]x(t) \quad (2)$$

Empleando los valores numéricos de la Tabla 1 es posible realizar los siguientes cálculos

$$\begin{aligned} A_1 &= A_2 = \pi(4.445/2)^2 = 15.53 \text{ cm}^2 \\ A_{d1} &= \pi(0.635/2)^2 = 0.317 \text{ cm}^2 \\ A_{d2} &= \pi(0.476/2)^2 = 0.178 \text{ cm}^2 \end{aligned} \quad (3)$$

Después de definir los niveles de los tanques en la mitad del rango de operación, $\tilde{L}_1 = \tilde{L}_2 = 15$, se calcula la función de transferencia del sistema de tanques que es empleada para realizar una sintonización preliminar del controlador PI haciendo uso de la regla de Chien, Hrones y Reswick (Stefani *et al.*, 2002).

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{0.0302}{s^2 + 0.183s + 0.0077} \quad (4)$$

Los resultados de la sintonización son $K_p = 6.07$ y $T_i = 16.41$.

Comentario 1: Con estos valores de los parámetros del controlador PI, la salida de la bomba $z(t)$ alcanza un valor máximo de 90 V y un valor mínimo de -50 V, por lo que se encuentra más allá de la capacidad tecnológica de la bomba ([0, 22] V, ver Tabla 1).

Paso 2: Se simula el sistema de control a lazo cerrado con el controlador PI sintonizado utilizando los valores computados en el paso (1), no se incorpora la restricción de amplitud del actuador y se considera el modelo lineal del sistema de tanques (4). Bajo estas condiciones se observa un tiempo de establecimiento igual a $t_s = 60$ s.

Paso 3: El tiempo final de simulación que se empleará en la optimización se selecciona como $t_f = 80$ s ($t_f > t_s$).

Paso 4: La zona activa de la bomba se aprecia en la Fig. 4 y es descrita por la ecuación

$$u(t) = z(t), \quad 0 \leq z(t) \leq 22 \quad (5)$$

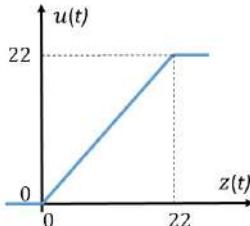


Figura 4. Zona activa de la bomba (actuador). Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Las ecuaciones de estado del modelo no lineal del sistema de tanques (1), luego de reemplazar por los valores numéricos de los parámetros, resultan en

$$\dot{x}_1(t) = -0.904\sqrt{x_1(t)} + 0.258u(t) \quad (6)$$

$$\dot{x}_2(t) = 0.904\sqrt{x_1(t)} - 0.508\sqrt{x_2(t)} \quad (7)$$

La ecuación de salida viene dada por

$$y(t) = x_2(t) \quad (8)$$

Paso 6: El error de seguimiento, al usar (8) se computa como

$$e(t) = r(t) - y(t) = r(t) - x_2(t) \quad (9)$$

Para representar matemáticamente en variables de estado el controlador PI se incorpora la variable de estado $x_3(t)$ y de esta manera puede modelarse a través de las ecuaciones

$$\dot{x}_3(t) = \frac{1}{T_i} e(t) \quad (10)$$

$$z(t) = K_p [e(t) + x_3(t)] \quad (11)$$

Paso 7: En este trabajo se consideran criterios de desempeño expresados como la integral del error de seguimiento (Kirk, 2004). Por ejemplo, el criterio IAE ($\int_0^\infty |e(t)| dt$) o el criterio ISE ($\int_0^\infty e^2(t) dt$). Si se desea modelar el criterio IAE se hace $\dot{x}_4(t) = |e(t)|$ por lo que $x_4(t) = \int_0^t |e(\tau)| d\tau$ y de esta forma $\lim_{t \rightarrow \infty} [x_4(t)] = IAE$. En la implementación, por razones prácticas se considera

$$IAE \approx x_4(t_f) \quad (12)$$

Con t_f el tiempo final computado en el paso (3).

Paso 8

Los programas desarrollados se recogen en la Tabla 4. El programa *optimiza1* se elabora en *Matlab* a través de un archivo m-script. Se emplea la instrucción *ode45* para resolver las

ecuaciones diferenciales. El programa *optimiza1* utiliza la función *controladorpi* definida a su vez mediante una función anónima (@) y mantiene fijo T_i en el valor obtenido en el paso (1) mientras efectúa la búsqueda de un valor óptimo de K_p , minimizando (12) y restringiendo la operación del actuador a su zona activa. El programa *optimiza2* no se muestra, porque es esencialmente igual al anterior, pero manteniendo fijo K_p en el valor óptimo obtenido por *optimiza1*, mientras realiza la búsqueda del valor óptimo del parámetro T_i .

Tabla 4. Códigos elaborados en Matlab.

<pre>% **** % Programa optimiza1 % Utiliza la función controladorpi % **** % Definición del intervalo de tiempo % de optimización clear; t0 = 0; tf = 80; % Valores iniciales de las 4 variables de estado x0 = [0 0 0 0]; % Variable que lleva el registro de las simulaciones i = 1; for Ks = 0.1:0.05:8 % Intervalo de búsqueda de la ganancia proporcional tt(i) = i; % Número de la simulación Kp(i) = Ks; % Valor de Kp empleado en la simulación i f = @(t, x) controladorpi(t,x,Ks); [t,x] = ode45(f,[t0 tf],x0); % Cómputo del criterio IAE Intervalo = length(x(:,4)); IAE(i) = x(Intervalo,4); i = i+1; % Incremento del contador de simulaciones end % Gráfica de la evolución del valor del criterio IAE para las % diferentes simulaciones plot(tt, IAE); xlabel('Número de simulación'), ylabel('IAE') % Valor mínimo del criterio IAE [M, j] = min([IAE]); disp('Valor mínimo de IAE ='); disp(M); % Valor de Kp que minimiza criterio IAE disp('Valor de Kp ='); disp(Kp(j));</pre>	<pre>% **** % Función controladorpi % Recibe las cuatro variables de estado (sistema de tanques, % controlador PI y criterio IAE) % Genera el valor óptimo de Kp % **** function xder = controladorpi(t,x,K) % Valor de Ti y punto de ajuste de la referencia Ti = 16.41; invTi = (1/Ti); r = 15; % Desarrollo del modelo del sistema de control % Inicialización de las 4 variables de estado: dos modelo sistema % de tanques, una del controlador PI y una del índice de desempeño IAE. xder = zeros(4,1); % Ecuación diferencial para el nivel tanque 2 xder(2) = 0.904.*sqrt(x(1)) - 0.508.*sqrt(x(2)); e = r - x(2); % Señal de error % Salida z del controlador PI con x(3) variable de estado % interna del controlador PI z = K * (e + x(3)); % Modelo del actuador if z < 0 u = 0; elseif z > 22 u = 22; else u = z; end; % Ecuación diferencial para el nivel tanque 2 xder(1) = -0.904.*sqrt(x(1)) + 0.508.*u; xder(3) = invTi*e; % Índice de desempeño IAE xder(4) = abs(e);</pre>
--	---

Paso 9: La Tabla 5 muestra los resultados de los parámetros del controlador PI de la Fig. 3 cuando se ejecutan los distintos modelos computacionales discutidos en el paso (8).

Tabla 5. Valores de K_p y T_i suministrados por los programas *optimiza1* y *optimiza2* en el paso (8). Fuente: Elaboración propia

Programa	Valor de K_p	Valor de T_i
optimiza1	0.98	16.41
optimiza2	0.98	16.64

El programa *optimiza1* se inicializa en el valor de T_i computado en el paso (1) y la búsqueda del valor óptimo de K_p (minimiza índice de desempeño del paso (7)) se efectuó en el intervalo $0.1 \leq K_p \leq 8$ resultando en $K_p = 0.98$. La Fig. 5 muestra la evolución del índice IAE para las distintas simulaciones llevadas a cabo en la zona de búsqueda.

El programa *optimiza2* se inicializa en el valor de K_p obtenido por *optimiza1* ($K_p = 0.98$) y la búsqueda del valor óptimo de T_i se efectuó en el intervalo $2 \leq T_i \leq 20$ resultando en $T_i = 16.64$. La Fig. 6 muestra el cambio del criterio de desempeño IAE en este caso.

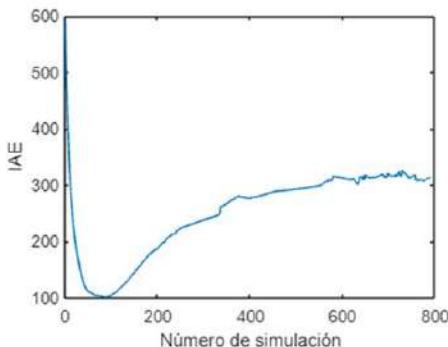


Figura 5. Evolución del criterio IAE mientras se ejecuta el programa *optimiza1*. El valor mínimo es 101.78 y se alcanza para $K_p = 0.98$.

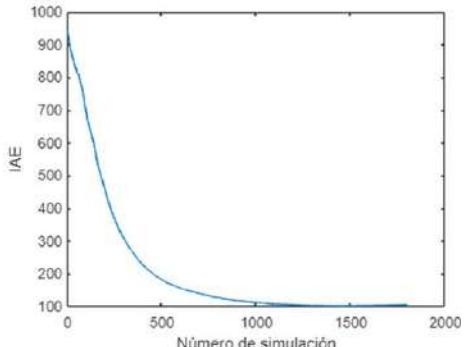


Figura 6. Evolución del criterio IAE mientras se ejecuta el programa *optimiza2*. El valor mínimo es 101.68 y se alcanza para $K_p = 0.98$.

Comentario 2: Puede ser necesario realizar algunas simulaciones (ejecuciones de los programas) antes de encontrar las zonas de búsqueda definitivas de los parámetros óptimos del controlador PI. El comportamiento de la evolución del criterio IAE (Figuras 5 y 6) es una gran ayuda para determinar estas zonas.

4. RESULTADOS

En esta sección se comparan inicialmente simulaciones del desempeño del controlador PI sintonizado por la regla de Chien, Hrones y Reswick en el paso (1) (Tabla 2) con el controlador PI sintonizado de manera óptima empleando el algoritmo de diseño. Para la simulación se emplea el modelo no lineal del sistema de tanques acoplados (6 - 8).

La Fig. 7 muestra el nivel del tanque 2 utilizando el modelo no lineal (6 - 8) del sistema de tanques, cuando se aplica el controlador PI estándar y cuando se emplea el controlador PI calculado a través del algoritmo de diseño propuesto, esto es, sintonizado en forma óptima e incorporando la restricción de amplitud de la bomba en el diseño. La Fig. 8 destaca este último punto, donde se aprecian las señales de control en ambos casos. Para el primero, se evidencia como la señal se satura, mientras que en el segundo siempre se encuentra dentro de los límites tecnológicos de la bomba.

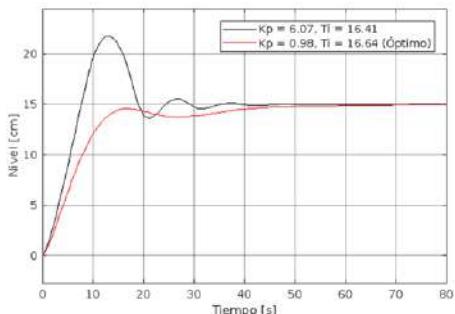


Figura 7. Nivel en el tanque 2 para un controlador PI sin y con sintonización óptima y tomando en cuenta la restricción de amplitud de la bomba.

Fuente: Elaboración propia

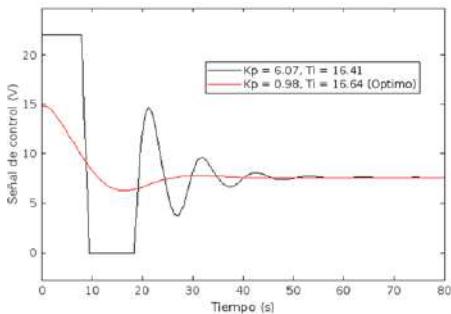


Figura 8. Salida de la bomba cuando se emplea el controlador PI sin y con sintonización óptima.

Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIÓN

Un problema complejo como es la sintonización óptima de los parámetros de un controlador PI para un sistema no lineal tomando en cuenta las restricciones de amplitud del actuador puede ser formulado y resuelto numéricamente en una forma sistemática apoyándose en los recursos que ofrece el diseño asistido por computadora. El algoritmo de diseño propuesto, si bien no suministra elegantes soluciones analíticas, puede ser extremadamente poderoso para aportar soluciones prácticas a problemas de control y de esta manera resolver problemas más realistas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por el Programa de Investigación de la Universidad Metropolitana en Caracas, Venezuela a través del proyecto número PI-A-09-22-23.

REFERENCIAS

- Desbourough, L. y Miller, R. (2002). Increasing customer value of industrial control performance monitoring: Honeywell's experience. In 6th International Conference on Chemical Process Control, AIChE Symposium Series, (326), pp. 169-189.
- Grygiel, R., Bieda, R. y Blachuta, M. (2016). On significance of second-order dynamics for coupled tanks systems. In Proc. of 21st International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics, Poland.
- Kirk, D. (2004). *Optimal Control Theory*, New York: Dover Publications Inc.
- Liu, G. y Daley, S. (2001). Optimal-tuning PID control for industrial systems. *Control Engineering Practice*, 9, pp. 1185 – 1194.
- Reinelt, W. y Canale, M. (2001). Robust control of SISO systems subject to hard input constraints. In Proc. of the European Control Conference, Porto, Portugal.

- Stefani, R., Shahian, B., Savant, C. y Hostetter, G. (2002). Design of Feedback Control Systems. Oxford University Press, New York, pp. 225-230.
- Teppa-Garran, P., Bravo, M. y Garcia, G. (2012). Control por rechazo activo de perturbaciones del nivel de líquido de un sistema de tanques acoplado. Revista Faraute de Ciencia y Tecnología, 7(1), pp. 10-18.
- Teppa-Garran, P. y Garcia, G. (2017). Design of an Optimal PID controller for a coupled tanks system employing ADRC. IEEE Latin America Transactions, 15(2), pp. 189-192.
- Teppa-Garran, P., Arzola, F. y Elyas, E. (2021). Optimal tuning of PID controllers using Matlab/Simulink, *Anales de Ciencias Básicas, Físicas y Naturales*, 37, 15-32.
- Teppa-Garran, P. (2022). Optimal tracking of the water level for a coupled tank system using Linear Quadratic Regulator. Tekhné, 25(3), pp. 74-82.
- Teppa-Garran, P., Faggioni, M. y Garcia, G. (2023). Optimal tracking in two-degree-of-freedom control systems: Coupled tank system. Journal of Applied Research and Technology, 21(4), pp. 560 - 570.
- Teppa-Garran, P. y Faggioni, M. (2023). Seguimiento robusto del nivel de líquido en un sistema de tanques acoplados usando desigualdades lineales matriciales. Tekhné, 26(1), pp. 26-41.

Factorización del Espectro de Adyacencia y Laplaciano usando operads Lineales

Jean Carlos Liendo

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

jliendo@unimet.edu.ve

Abstract: La composición particionada de grafos es usada por Cardoso y algunos investigadores para factorizar el espectro de adyacencia y Laplaciano de un grafo simple. Debido a que la composición particionada de grafos es un ejemplo de un operads lineal conjuntista, esta operación puede ser iterada en más de un nivel, en donde el complejo lenguaje de refinamiento de particiones en la iteración queda representado en términos de árboles de Schröder, lo que nos permite generalizar la factorización del espectro de adyacencia y Laplaciano de un grafo simple presentada por Cardoso en términos de árboles de Schröder y coloraciones sobre los lados de un grafo. La técnica de Cardoso puede ser generalizada para otros ejemplos de operads lineales definidos por grafos.

Keywords: Grafos y álgebra lineal; operaciones sobre grafos; Operads conjuntistas; Árboles de Schröder; conectividad.

1. INTRODUCCIÓN. EL LEMA DE FIEDLER Y SU GENERALIZACIÓN COMO APLICACIÓN AL CÁLCULO DEL ESPECTRO DE ADYACENCIA Y LAPLACIANO.

Un grafo g consiste en un conjunto de vértices $V(g)$ junto con un subconjunto de parejas de vértices $E(g)$ que se suelen llamar lados o conexiones entre los vértices. Estas conexiones pueden estar dirigidas o no. Para el caso dirigido un lado suele ser denotado como el par (v_1, v_2) en donde el vértice v_1 antecede al vértice v_2 y para el caso no dirigido como el subconjunto $\{v_1, v_2\}$, aquí el orden entre los vértices no es relevante. En ambos casos decimos que v_1 y v_2 son *vértices adyacentes*. La *valencia* $val(v)$ de un vértice v consiste en la cantidad de lados que contienen a v o inciden en v . Cuando no existen conexiones múltiples entre dos vértices ni lazos (conexión de un vértice consigo mismo) ni direcciones entre las conexiones, entonces se dice que el *grafo es simple*. Si para cualquier par de vértices hay al menos una conexión, entonces el *grafo es conexo*, en caso contrario es un *grafo desconexo*. Un *grafo k-regular* es aquel grafo cuyos vértices tienen valencia igual a k .

Entre las representaciones matriciales de un grafo g se encuentran la *matriz de adyacencia* y la *matriz Laplaciana*. La matriz de adyacencia de un grafo simple g es denotada por $A(g)$, esta matriz es simétrica tiene como entradas ceros y unos, en donde una entrada tiene un uno si los respectivos vértices están conectados y es cero si no. La matriz Laplaciana de un grafo simple g es denotada por $L(g)$ esta matriz también es simétrica y es la diferencia entre la matriz diagonal de las valencias de los vértices del grafo y la matriz de adyacencia. Asumiendo que $V(g)$ es un conjunto totalmente ordenado se tiene:

$$(A(g))_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } \{v_i, v_j\} \in E(g) \\ 0, & \text{si } \{v_i, v_j\} \notin E(g) \end{cases} \quad (L(g))_{ij} = \begin{cases} -1, & \text{si } \{v_i, v_j\} \in E(g) \\ 0, & \text{si } \{v_i, v_j\} \notin E(g) \\ val(v_i), & \text{si } i = j \end{cases}$$

El *espectro* de una matriz cuadrada C denotado por $\sigma(C)$ consiste en el monomio formado por los autovalores de la matriz C con repetición. De esta manera, $\sigma(A(g))$ es el *espectro de adyacencia* del grafo g , y $\sigma(L(g))$ es el espectro Laplaciano del grafo g .

La *teoría espectral de grafos* tiene numerosas aplicaciones en ciencias de la computación, sociología, economía y otras áreas afines a la matemática. Para más detalles se recomienda revisar (Brouwer & Haemers, 2011)

Uno de los temas de mayor interés en el estudio de la teoría de grafos son las operaciones entre ellos. Algunos investigadores en esta área han definido diversas operaciones entre grafos, en busca de estudiar no sólo las propiedades de los grafos resultantes, sino también para factorizar su espectro usando estas operaciones. Ver (Barik, 2018)

Algunos resultados del álgebra lineal han sido usados para estudiar el espectro de adyacencia y Laplaciano de un grafo. Entre estos se encuentra el lema 2.2 presentado por el matemático checo Miroslav Fiedler en (Miroslav, 1974)

Lema de Fiedler. Sean M_1 y M_2 matrices con entradas reales de órdenes $m \times m$ y $n \times n$ respectivamente, simétricas y con autopares respectivos (α_i, u_i) para todo $1 \leq i \leq m$, y (β_j, v_j) para todo $1 \leq j \leq n$. Si $\|u_1\| = \|v_1\| = 1$, entonces para cualquier $\rho \in \mathbb{R}$ se tiene que la matriz

$$C = \begin{pmatrix} M_1 & \rho u_1 v_1^t \\ \rho u_1 v_1^t & M_2 \end{pmatrix}$$

posee autovalores $\alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_m, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n, \gamma_1, \gamma_2$, en donde γ_1, γ_2 son autovalores de la matriz

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 & \rho \\ \rho & \beta_1 \end{pmatrix}$$

Esto es,

$$\sigma(C) = \frac{\sigma(M_1)}{\alpha_1} \cdot \frac{\sigma(M_2)}{\beta_1} \cdot \sigma \begin{pmatrix} \alpha_1 & \rho \\ \rho & \beta_1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Ahora bien, si g es un grafo que se obtiene como el resultado de conectar todos los vértices de un grafo k_1 -regular g_1 con cada vértice de otro grafo k_2 -regular g_2 , $g = g_1 \vee g_2$ (g es la composición particionada de los grafos g_1, g_2) entonces la matriz de adyacencia del grafo g tiene una representación en bloques similar a la matriz C del Lema de Fiedler, y por lo tanto se tiene un resultado que factoriza el espectro de adyacencia de un grafo a través de la operación \vee . Este es

$$\sigma(A(g_1 \vee g_2)) = \frac{\sigma(A(g_1))}{k_1} \cdot \frac{\sigma(A(g_2))}{k_2} \cdot \sigma \begin{pmatrix} k_1 & \sqrt{nm} \\ \sqrt{nm} & k_2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

en donde m es la cantidad de vértices de g_1 y n es la cantidad de vértices de g_2 . Para el caso Laplaciano

$$\sigma(L(g_1 \vee g_2)) = \frac{\sigma(L(g_1) + nI_m)}{n} \cdot \frac{\sigma(L(g_2) + mI_n)}{m} \cdot \sigma\left(\begin{pmatrix} n & -\sqrt{nm} \\ -\sqrt{nm} & m \end{pmatrix}\right) \quad (3)$$

en donde I_m , e I_n son las respectivas matrices identidades de ordenes $m \times m$ y $n \times n$.

Una interesante generalización del Lema de Fiedler, la operación \vee , y las ecuaciones (2) y (3) es presentada en (Cardoso, de Freitas, Martins, & Robbiano, 2013). En efecto,

Lema Generalizado de Fiedler: Sea $\mathcal{M} = \{M_j\}_{j=1}^k$ un conjunto de matrices simétricas tal que para cada $j = 1, 2, \dots, k$, la matriz M_j tiene orden $n_j \times n_j$ con autopares (α_{rj}, u_{rj}) para todo $r \in I_j = \{1, 2, \dots, n_j\}$, en donde el conjunto de autovectores $\{u_{rj} : r \in I_j\}$ es ortonormal. Sea ρ una matriz simétrica de orden $k \times k$ con entradas reales y ceros en la diagonal principal y $\hat{\alpha} = (\alpha_{i_11}, \alpha_{i_22}, \dots, \alpha_{i_kk})$ una k tupla, en donde cada α_{ijj} se escoge de lista $\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \dots, \alpha_{nj}$. Entonces para la matriz

$$\rho(\mathcal{M}) = \begin{pmatrix} M_1 & \rho_{12}u_{i_11}u_{i_22}^t & \cdots & \rho_{1k}u_{i_11}u_{i_kk}^t \\ \rho_{21}u_{i_22}u_{i_11}^t & M_2 & \cdots & \rho_{2k}u_{i_22}u_{i_kk}^t \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{k1}u_{i_kk}u_{i_11}^t & \rho_{k2}u_{i_kk}u_{i_22}^t & \cdots & M_k \end{pmatrix} \quad (4)$$

se tiene que

$$\sigma(\rho(\mathcal{M})) = \left(\prod_{j=1}^k \frac{\sigma(M_j)}{\alpha_{ijj}} \right) \cdot \sigma\left(\begin{pmatrix} \alpha_{i_11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1k} \\ \rho_{21} & \alpha_{i_22} & \cdots & \rho_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{k1} & \rho_{k2} & \cdots & \alpha_{i_kk} \end{pmatrix} \right) \quad (5)$$

Note que la ecuación (5) generaliza a la ecuación (1).

1.1. La composición particionada de grafos.

Sea $\ell = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ un orden lineal. Decimos que $\pi = (\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_k) = (\ell_i)_{i=1}^k$ es una **partición segmentada o composición fuerte** de ℓ si cada ℓ_j es un segmento de ℓ , es decir, $\ell_1 = u_1, u_2, \dots, u_{r_1}$, $\ell_2 = u_{r_1+1}, \dots, u_{r_2}$, ..., $\ell_k = u_{r_{k-1}+1}, \dots, u_n$. Una **asamblea ordenada de grafos simples** sobre π , es una k -tupla $a = (g_{\ell_1}, g_{\ell_2}, \dots, g_{\ell_k}) = (g_{\ell_i})_{i=1}^k$ en donde para cada $j = 1, 2, \dots, k$, el conjunto de vértices de g_{ℓ_j} es el segmento ℓ_j . Si h es cualquier grafo simple cuyo conjunto de vértices es π , la **composición particionada de grafos** denotada por $\vee_h a$ es definida como el grafo g cuyo conjunto de vértices es ℓ y el conjunto de lados viene dado por:

$$E(g) = \left(\bigcup_{j=1}^k E(g_{\ell_j}) \right) \cup \left(\bigcup_{\{\ell_i, \ell_j\} \in E(h)} \{\{x, y\} : x \in \ell_i, y \in \ell_j\} \right) \quad (6)$$

Como se ilustra en la Figura 1, g es el resultado de conectar cada vértice de g_{ℓ_r} con cada vértice de g_{ℓ_s} siempre que ℓ_r y ℓ_s estén conectados en h . La composición particionada $g = \vee_h a$ descompone el grafo g en un par (a, h) en donde a es interpretada como la asamblea interna ordenada de g y h es el grafo externo cuyos vértices son las componentes de a . En otras palabras, el par (a, h) puede ser entendido como el grafo que

consiste en la asamblea a dentro del grafo h . En la práctica, dibujamos el grafo h y reemplazamos el vértice ℓ_j de h por el grafo interno g_{ℓ_j} . Finalmente, la composición particionada puede ser vista funcionalmente como sigue:

$$(a, h) \mapsto \bigvee_h a$$

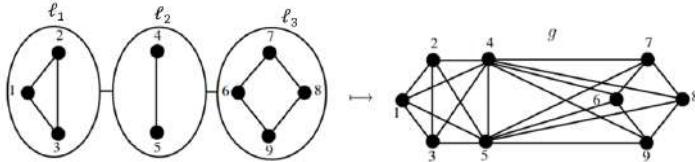


Figura 1. Composición particionada de grafos. Fuente: elaboración propia

La matriz de adyacencia y Laplaciana de $g = \bigvee_h a$ queda representada por: los segmentos de π , las respectivas matrices de adyacencia y Laplaciana de los grafos en a y los lados del grafo h . De hecho, tenemos

Proposición 1. Sea $a = (g_{\ell_j})_{j=1}^k$ una asamblea ordenada de grafos simples tal que $|\ell_j| = n_j$. Sea h un grafo simple cuyo conjunto de vértices es $\pi = (\ell_j)_{j=1}^k$. Para cada $j = 1, 2, \dots, k$, sea

$$N_j = \sum_{\{\ell_j, \ell_s\} \in E(h)} n_j$$

Si $g = \bigvee_h a$, entonces:

1. La matriz de adyacencia $A(g)$ es representada sobre los segmentos de π como sigue:

$$(A(g))_{\ell_i \ell_j} = \delta_{ij} A(g_{\ell_j}) + A(h) \mathbf{1}_{n_i \times n_j} \quad (7)$$

2. La matriz Laplaciana $L(g)$ es representada sobre los segmentos de π como sigue:

$$(L(g))_{\ell_i \ell_j} = \delta_{ij} (L(g_{\ell_j}) + N_j I_{n_j}) - (A(h))_{ij} \mathbf{1}_{n_i \times n_j} \quad (8)$$

En las ecuaciones (7) y (8) $\mathbf{1}_{n_i \times n_j}$ denota a la matriz de orden $n_i \times n_j$ que tiene todas las entradas iguales a 1, I_{n_j} denota a la matriz identidad de orden $n_j \times n_j$, δ_{ij} es la delta de Kronecker.

1.2. Espectro de Adyacencia y Laplaciano usando la composición particionada de grafos.

Suponga que $a = (g_{\ell_j})_{j=1}^k$ es una asamblea ordenada de grafos simples en donde g_{ℓ_j} es p_j -regular. Para cada $j = 1, 2, \dots, k$, sea (α_{rj}, u_{rj}) con $r \in I_j = \{1, 2, \dots, n_j\}$ una lista completa de pares de autovalores-autovectores de la matriz de adyacencia $A(g_{\ell_j})$ tal que el conjunto $\{u_{rj} : r \in I_j\}$ es ortonormal. Debido a la regularidad de los grafos de la asamblea a , para cada $j = 1, 2, \dots, k$, existe un índice $i_j \in I_j$ tal que

$$u_{i_j j} = \frac{1}{\sqrt{n_j}} \mathbf{1}_{n_j \times 1}, \quad \alpha_{i_j j} = p_j$$

Sea $\mathcal{M} = \{A(g_{\ell_j})\}_{j=1}^k$ y ρ es la matriz simétrica de tamaño k definida por

$$\rho_{ij} = \begin{cases} \sqrt{n_i n_j}, & \{\ell_i, \ell_j\} \in E(h) \\ 0, & \{\ell_i, \ell_j\} \notin E(h) \end{cases} \quad (9)$$

Sea $\rho(\mathcal{M})$ la correspondiente matriz del Lema Generalizado de Fiedler, desde la ecuación (7) de la proposición 1 tenemos que:

$$\begin{aligned} (A(g))_{\ell_s \ell_t} &= \delta_{st} A(g_{\ell_t}) + (A(h))_{st} 1_{n_s \times n_t} \\ &= \delta_{st} A(g_{\ell_t}) + \frac{\rho_{st}}{\sqrt{n_s} \sqrt{n_t}} 1_{n_s \times 1} 1_{1 \times n_t} \\ &= \delta_{st} A(g_{\ell_t}) + \rho_{st} u_{is} u_{it}^t \\ &= (\rho(\mathcal{M}))_{\ell_s \ell_t} \end{aligned}$$

Por lo tanto $A(g) = \rho(\mathcal{M})$. Si $\hat{a} = (p_1, p_2, \dots, p_k)$, entonces desde el Lema Generalizado de Fiedler se tiene la igualdad:

$$\sigma\left(A\left(\bigvee_h a\right)\right) = \left(\prod_{j=1}^k \frac{\sigma(A(g_{\ell_j}))}{p_j}\right) \cdot \sigma\begin{pmatrix} p_1 & p_{12} & \cdots & p_{1k} \\ p_{21} & p_2 & \cdots & p_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k1} & p_{k2} & \cdots & p_k \end{pmatrix} \quad (10)$$

publicada por Cardoso en (Cardoso, de Freitas, Martins, & Robbiano, 2013). Si $\text{reg}(a) =$

$$\prod_{j=1}^k p_j, \text{ y } A(a, h) = \begin{pmatrix} p_1 & p_{12} & \cdots & p_{1k} \\ p_{21} & p_2 & \cdots & p_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k1} & p_{k2} & \cdots & p_k \end{pmatrix}, \text{ como } \sigma(a) = \prod_{j=1}^k \sigma(A(g_{\ell_j})), \text{ entonces la}$$

ecuación (10) se reescribe de la siguiente manera:

$$\sigma\left(A\left(\bigvee_h a\right)\right) = \frac{\sigma(A(a))}{\text{reg}(a)} \cdot \sigma(A(a, h)) \quad (11)$$

Para el caso Laplaciano, considere $\mathcal{M} = \{L(g_{\ell_j}) + N_j I_{n_j}\}_{j=1}^k$ con N_j como en la proposición 1. Nuevamente para cada $j = 1, 2, \dots, k$, sea (α_{rj}, u_{rj}) con $r \in I_j = \{1, 2, \dots, n_j\}$ una lista completa de pares de autovalores-autovectores de la matriz $L(g_{\ell_j}) + N_j I_{n_j}$ tal que el conjunto $\{u_{rj} : r \in I_j\}$ es ortonormal. Como $(N_j, 1_{n_j \times 1})$ es un autovector-autovector de la matriz $L(g_{\ell_j}) + N_j I_{n_j}$, entonces para cada $j = 1, 2, \dots, k$, existe un índice $i_j \in I_j$ tal que

$$u_{i_j j} = \frac{1}{\sqrt{n_j}} 1_{n_j \times 1}, \quad \alpha_{i_j j} = N_j$$

Por otro lado si $-\rho$ es la opuesta aditiva de la matriz definida por la ecuación (9) y $-\rho(\mathcal{M})$ es la correspondiente matriz del Lema Generalizado de Fiedler, desde la ecuación (8) de la proposición 1 tenemos que:

$$(L(g))_{\ell_s \ell_t} = \delta_{st} (L(g_{\ell_t}) + N_t I_{n_t}) - (A(h))_{st} 1_{n_s \times n_t}$$

$$\begin{aligned}
&= \delta_{st}(L(g_{\ell_t}) + N_t I_{n_t}) - \frac{\rho_{st}}{\sqrt{n_s} \sqrt{n_t}} 1_{n_s \times 1} 1_{1 \times n_t} \\
&= \delta_{st}(L(g_{\ell_t}) + N_t I_{n_t}) - \rho_{st} u_{is} u_{it}^t \\
&= (-\rho(\mathcal{M}))_{\ell_s \ell_t}
\end{aligned}$$

Por lo tanto $L(g) = -\rho(\mathcal{M})$. Si $\hat{\alpha} = (N_1, N_2, \dots, N_k)$, entonces desde el Lema Generalizado de Fiedler se tiene la igualdad:

$$\sigma\left(L\left(\bigvee_h a\right)\right) = \left(\prod_{j=1}^k \frac{\sigma\left(L(g_{\ell_j}) + N_j I_{n_j}\right)}{N_j}\right) \cdot \sigma\begin{pmatrix} N_1 & -\rho_{12} & \cdots & -\rho_{1k} \\ -\rho_{21} & N_2 & \cdots & -\rho_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -\rho_{k1} & -\rho_{k2} & \cdots & N_k \end{pmatrix} \quad (12)$$

publicada por Cardoso en (Cardoso, de Freitas, Martins, & Robbiano, 2013).

2. ESPECIES COMBINATORIAS, OPERADS LINEALES Y LA FACTORIZACIÓN DEL ESPECTRO DE ADYACENCIA.

2.1. Especies y Operads Lineales.

Una *especie combinatoria lineal o rígida* es una doble regla de asignación M que envía a un orden lineal ℓ en un conjunto finito $M[\ell]$ (posiblemente ordenado), y al único isomorfismo entre órdenes lineales $f: \ell_1 \rightarrow \ell_2$, en una biyección $M[f]: M[\ell_1] \rightarrow M[\ell_2]$. Además si $f: \ell_1 \rightarrow \ell_2$ y $g: \ell_2 \rightarrow \ell_3$ son isomorfismos entre órdenes lineales, entonces $M[g \circ f] = M[g] \circ M[f]$, si $id: \ell \rightarrow \ell$ es la función identidad, entonces $M[id]$ es la función identidad de $M[\ell]$ en $M[\ell]$. Entre las especies lineales conocidas están la *especie uniforme* E , definida por enviar a un orden lineal ℓ en $E[\ell] = \{\ell\}$, la *especie de las particiones segmentadas o composiciones fuertes* Π definida por enviar a un orden lineal ℓ en el conjunto $\Pi[\ell]$ formado por todas las posibles particiones segmentadas o composiciones fuertes de ℓ , la *especie característica de los órdenes lineales de tamaño n*, definida por enviar a un orden lineal ℓ en:

$$E_n[\ell] = \begin{cases} \{\ell\}, & \text{si } |\ell| = n \\ \emptyset, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

En particular, $E_1 = X$ es la *especie lineal singular* y $E_0 = \mathbb{I}$ es la especie *característica del orden lineal vacío*. Si M es una especie lineal y $k \geq 0$, se define la especie M_{k+} por enviar a un orden lineal ℓ en

$$M_{k+}[\ell] = \begin{cases} M[\ell], & \text{si } |\ell| \geq k \\ \emptyset, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

M_{1+} será denotada simplemente por M_+ .

Si M, N son especies lineales y ℓ es un conjunto finito, tenemos las siguientes operaciones:

$$(M + N)[\ell] = M[\ell] \sqcup N[\ell]$$

$$(M \cdot N)[\ell] = \coprod_{\ell_1 + \ell_2 = \ell} M[\ell_1] \times N[\ell_2]$$

$$M(N)[\ell] = \coprod_{\pi \in \Pi[\ell]} (N[\ell_1] \times N[\ell_2] \times \cdots \times N[\ell_{|\pi|}]) \times M[\pi]$$

$$M^*[\ell] = M[\ell] \times \ell$$

$$M'[\ell] = M[* + \ell]$$

La *especie suma* $M + N$, envía a ℓ en la unión disjunta de los conjuntos $M[\ell]$ y $N[\ell]$. La *especie producto* $M \cdot N$, envía a ℓ en la unión disjunta de los productos cartesianos de la forma $M[\ell_1] \times N[\ell_2]$ en donde ℓ_1, ℓ_2 es una composición fuerte del orden lineal ℓ en dos órdenes lineales, en donde ℓ_1 es un segmento inicial de ℓ y ℓ_2 es el segmento final de ℓ . Los elementos de $(M \cdot N)[\ell]$ son pares de la forma (m, n) en donde $m \in M[\ell_1]$ y $n \in N[\ell_2]$. La *especie sustitución* $M(N)$ envía al orden lineal ℓ en la unión disjunta de los productos cartesianos de la forma $(N[\ell_1] \times N[\ell_2] \times \cdots \times N[\ell_{|\pi|}]) \times M[\pi]$, en donde $N[\emptyset] = \emptyset$, $\pi = (\ell_j)_{j=1}^k$ es una partición segmentada o composición fuerte de ℓ , los elementos del conjunto $N[\ell_1] \times N[\ell_2] \times \cdots \times N[\ell_{|\pi|}]$ consisten en N -asambleas ordenadas, $a = (n_j)_{j=1}^k$ con $n_j \in N[\ell_j]$ para cada $\ell_j \in \pi$. De esta manera los elementos de $M(N)[\ell]$ son pares de la forma (a, m) con a una N -asamblea ordenada definida sobre una partición segmentada π de ℓ y $m \in M[\pi]$. M^* es conocida como el apuntamiento de la especie M o la especie M con raíz, un elemento en $M^*[\ell]$ es un par de la forma (m, u) en donde $m \in M[\ell]$ y $u \in \ell$ es un *elemento preferido* de m o la *raíz* de m . Finalmente, la *especie derivada* M' , en donde $\{*\}$ es disjunto a ℓ y $* + \ell$ es la yuxtaposición del orden lineal $\{*\}$ y ℓ en donde $*$ es el elemento mínimo.

Las operaciones sobre especies satisfacen propiedades algebraicas, entre estas se encuentran, la asociatividad de la sustitución, el producto y la suma. La especie singular cumple el rol de ser el elemento neutro de la sustitución y la especie característica del vacío cumple el rol de ser el neutro para el producto. Esto es, para especies M, N, R

$$(M \cdot N) \cdot R = M \cdot (N \cdot R), \quad M \cdot \mathbb{I} = \mathbb{I} \cdot M = M$$

$$M(N(R)) = M(N)(R), \quad M(X) = X(M) = M$$

$$(M + N) + R = M + (N + R)$$

La categoría de las especies que envían al vacío en el vacío junto a la operación sustitución es una *categoría monoidal*. Un *operad conjuntista* es un monoide en esta categoría, este consiste en una especie M junto a un producto asociativo $\eta: M(M) \rightarrow M$ en donde el elemento neutro viene dado por $e: X \rightarrow M$. Por ejemplo, si \mathcal{G} es la especie de los grafos simples, entonces la especie de los grafos simples no vacíos \mathcal{G}_+ junto al producto composición particionada de grafos, es un operad, el producto $\eta: \mathcal{G}_+(\mathcal{G}_+) \rightarrow \mathcal{G}_+$ viene dado por:

$$\eta(a, h) = \bigvee_h a$$

El elemento neutro para este producto es el grafo simple. La especie de los grafos simples con raíz, \mathcal{G}^* también es un operad, el producto $\eta \left(\left(g_{\ell_j}, u_j \right)_{j=1}^k, (h, \ell_s) \right)$ es un grafo con raíz (g, u_s) cuyos lados consisten en los lados de cada grafo g_{ℓ_j} con $j = 1, 2, \dots, k$, unido a todos

los posibles lados que resultan de conectar la raíz u_r de g_{ℓ_r} con la raíz u_t de g_{ℓ_t} siempre que $\{\ell_r, \ell_t\} \in E(h)$ (ver Figura 2.). Específicamente,

$$E(h) = \left(\bigcup_{j=1}^k E(g_{\ell_j}) \right) \cup \{ \{u_r, u_s\} : \{\ell_r, \ell_s\} \in E(h) \}$$

El neutro para este producto es el grafo singular.

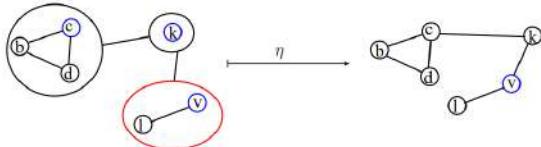


Figura 2. Producto de grafos con raíz. Fuente: elaboración propia

2.2. Árboles de Schröder y la factorización iterada del espectro de adyacencia.

Iterar la ecuación (11) no es sencillo a menos que las composiciones particionadas de grafos (producto del operad (\mathcal{G}_+, V)) que se aplican consecutivamente en las asambleas segmentadas internas puedan ser organizadas en una estructura combinatoria que represente de forma adecuada el refinamiento de particiones segmentadas que estas definen. El uso de operads lineales definidos por especies y las operaciones entre especies nos permiten describir de una forma organizada y compacta la iteración de la ecuación (11). De hecho, en (Mendez & Liendo, 2014) y (Méndez, 2015) extienden la composición particionada de grafos a un producto sobre la especie lineal $\mathcal{F}_{\mathcal{G}_+}$ conocida como la *especie de los árboles de Schröder enriquecidos con la especie \mathcal{G}_+* , esta satisface la ecuación implícita:

$$\mathcal{F}_{\mathcal{G}_+} = X + \mathcal{G}_{2^+}(\mathcal{F}_{\mathcal{G}_+})$$

y explica la iteración del producto η a través de este tipo de árboles.

En este contexto, si ℓ es un orden lineal de tamaño uno, entonces $\mathcal{F}_{\mathcal{G}_+}[\ell]$ es un árbol singular cuyo vértice es el único elemento de ℓ que es asumido como un grafo singular.

Si ℓ es un orden lineal con al menos dos elementos, entonces los elementos de $\mathcal{F}_{\mathcal{G}_+}[\ell]$ son árboles planares con raíz cuyas hojas están etiquetadas con el orden lineal ℓ de izquierda a derecha, los vértices internos de estos árboles tienen al menos dos hijos y no están etiquetados. Si $T \in \mathcal{F}_{\mathcal{G}_+}[\ell]$, denotaremos por $Iv(T)$ al conjunto formado por todos los vértices internos de T . Si $v \in Iv(T)$ denotamos por T_v al subárbol de T cuya raíz es v y el resto de los vértices de T_v son todos los descendientes de v en T . Denotaremos por ℓ_v al suborden lineal de ℓ definido por las hojas de T_v . Si $s(v) = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ es el conjunto de los hijos de v ordenados de izquierda a derecha, entonces estos son hojas o vértices internos de T . Denotamos por $\pi_v = (\ell_{v_1}, \ell_{v_2}, \dots, \ell_{v_k})$ a la partición segmentada de ℓ_v inducida por las ramificaciones en v . Finalmente, el vértice interno v queda enriquecido con un grafo g_v .

perteneciente a $\mathcal{G}_2+[\pi_v]$. En la Figura 3 se muestra un árbol de Schröder enriquecido con grafos simples

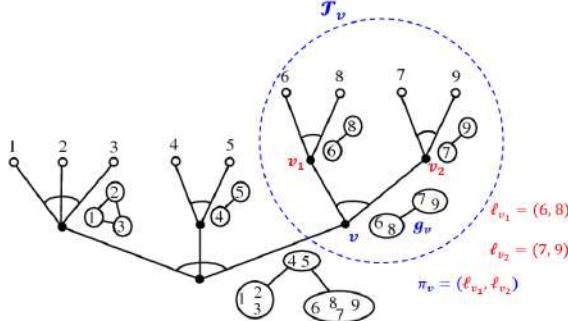


Figura 3. Árbol de Schröder enriquecido con grafos simples. Fuente: elaboración propia

La composición particionada de grafos ν se puede aplicar recursivamente sobre un árbol $\mathcal{T} \in \mathcal{F}_{\mathcal{G}_+}[\ell]$ de la siguiente manera:

- Si ℓ tiene tamaño uno, entonces $\bigvee \mathcal{T}$ es el grafo singular.
- Si ℓ tiene al menos dos elementos, v es la raíz de \mathcal{T} , $s(v) = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ es el conjunto de los hijos de v ordenados de izquierda a derecha, $a_v = (\bigvee \mathcal{T}_{v_j})_{j=1}^k$, entonces:

$$\bigvee \mathcal{T} = \bigvee_{g_v} a_v \quad (13)$$

La Figura 4 muestra la iteración de la composición particionada de grafos sobre un árbol de Schröder enriquecido con la especie \mathcal{G}_+

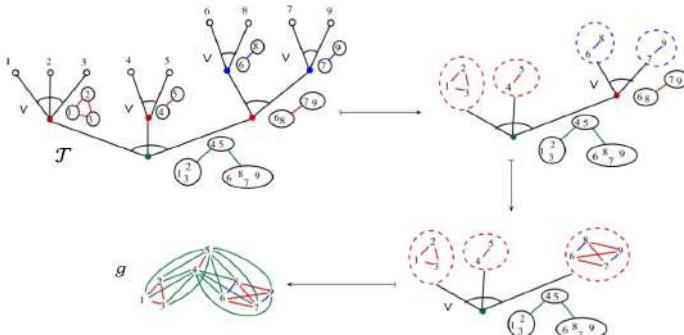


Figura 4. Iteración del producto \vee sobre un árbol \mathcal{T} . Fuente: elaboración propia

Si aplicamos la ecuación (11) a la ecuación (13) obtenemos:

$$\sigma\left(A\left(\bigvee \mathcal{T}\right)\right) = \frac{\sigma(A(a_v))}{\text{reg}(a_v)} \cdot \sigma(A(a_v, g_v)) \quad (14)$$

y al iterar la ecuación (14) sobre cada componente de a_v obtenemos:

Teorema 1. Sea $\mathcal{T} \in \mathcal{F}_{\mathcal{G}_+}[\ell]$ una factorización de un grafo g , es decir, $g = \vee \mathcal{T}$. Suponga que para cada vértice interno v de \mathcal{T} , a_v es una asamblea de grafos regulares. Entonces:

$$\sigma(A(g)) = 0^{|\ell|} \cdot \prod_{v \in \text{lv}(\mathcal{T})} \frac{\sigma(A(a_v, g_v))}{\text{reg}(a_v)} \quad (15)$$

Si a_v^+ es la asamblea que consiste en los grafos en a_v que no son singulares, entonces la ecuación (15) queda de la siguiente manera

$$\sigma(A(g)) = \prod_{v \in \text{lv}(\mathcal{T})} \frac{\sigma(A(a_v, g_v))}{\text{reg}(a_v^+)} \quad (16)$$

3. CONCLUSIÓN

Con la ecuación (16) hemos logrado obtener el espectro de adyacencia de un grafo usando la factorización que este tiene usando árboles enriquecidos de Schröder, esta fórmula generaliza a la presentada por Cardoso en (Cardoso, de Freitas, Martins, & Robbiano, 2013) y establece una interesante conexión entre la teoríapectral de grafos y la teoría de operads definidos por grafos. Un resultado similar también se puede obtener para el espectro Laplaciano de un grafo desde la ecuación (12). Las coloraciones que se muestran sobre los lados de un grafo en la Figura 4 no son una casualidad, de hecho en (Mendez & Liendo, 2014) se demuestra que toda factorización $g = \vee \mathcal{T}$ está en correspondencia biyectiva y natural con una coloración admisible sobre los lados del grafo g . De esta manera las coloraciones sobre los lados de un grafo se relacionan con el estudio de su espectro de adyacencia y Laplaciano. En futuras investigaciones estamos interesados en revisar el espectro de adyacencia y Laplaciano de un grafo que se factoriza usando el operad de los grafos con raíz $(\mathcal{G}^\bullet, \eta)$.

REFERENCIAS

- Barik, S. (2018). Spectra of graphs resulting from various graph operations and products: a survey. *Special Matrices*, 6(1), 323-342.
- Brouwer, A. E., & Haemers, W. (2011). *Spectra of graphs*. Amsterdam: Springer.
- Cardoso, D., de Freitas, M. A., Martins, E. A., & Robbiano, M. (2013). Spectra of graphs obtained by a generalization of the join graph operation. *Discrete Mathematics*, 313(5), 733-741.
- Méndez, M. (2015). *Set operads in combinatorics and computer science*. Springer.
- Mendez, M., & Liendo, J. C. (2014). An antipode formula for the natural hopf algebra of a set operad. *Advances in Applied Mathematics*, 53(1), 112-140.
- Miroslav, F. (1974). Eigenvalues of nonnegative symmetric matrices. *Linear Algebra and its applications*, 9, 119-142.

La dinámica de fluidos computacional en turbinas hidráulicas

Casos: Centrales de Venezuela

Miguel Asuaje

Departamento de Energía y Automatización. Universidad Metropolitana UNIMET.
Caracas, Venezuela

masuaje@unimet.edu.ve

Abstract: En las últimas 2 o 3 décadas, el avance en el desarrollo de las computadoras y procesadores de cálculo, ha sido motor de la sociedad. Estos avances, han sido claves para el desarrollo y gran avance que ha experimentado la dinámica de fluidos computacional, la que a su vez ha jugado un rol fundamental en el análisis y comprensión de flujo de fluidos desde los casos más simples hasta los casos más complejos. En Venezuela, el sector de la hidroelectricidad no ha sido la excepción, utilizando la DFC para el apalancamiento de un desarrollo energético sostenible. En Venezuela, la cuenca del Caroní cuenta con uno de los desarrollos hidroeléctricos del mundo. En una primera parte, el presente artículo describe los trabajos de simulación aplicados a la comprensión, diseño y operación de las turbinas hidráulicas de media y gran escala relacionados con el desarrollo armónico de la cuenca hidrográfica del Caroní/La Paragua. Estos trabajos permitieron analizar el comportamiento de cuatro de los tipos principales de turbinas hidráulicas, dos de reacción y dos de acción, a saber: Kaplan, Francis, Banki y Turgo. Los resultados obtenidos en el estudio de estas turbinas son de gran valor. En los casos de las grandes centrales y las minicentrales, se sustentaron importantes ahorros en la construcción y operación de las centrales.

Keywords: Dinámica de Fluidos Computacional, Simulación, Turbinas Hidráulicas.

1. INTRODUCCIÓN

Venezuela tiene un gran potencial en materia energética, con el que puede satisfacer toda su demanda interna y además, ser un país exportador. La maximización de la producción petrolera y gasifera, en la ventana que aún les queda a los combustibles fósiles, la recuperación y expansión hidroeléctrica, el desarrollo de energías renovables, y la producción de hidrógeno, permitirían el desarrollo de una nueva infraestructura en todo el país, atracción de inversiones, creación de nuevas empresas, nuevas fuentes de empleo e innovación tecnológica. (<https://www.asambleanacionalvenezuela.org/>, 2022). Bajo estas condiciones, Venezuela cuenta con los recursos para desarrollar un camino impecable y exitoso en la transición energética hacia un mundo con una economía baja en carbono. La economía hidráulica, solar y eólica ofrecen la base para desarrollar en Venezuela el Hidrógeno Verde.

En las últimas 2 o 3 décadas, el avance en el desarrollo de las computadoras y procesadores de cálculo, ha sido motor de la sociedad. Estos avances, han sido claves para el desarrollo y gran avance que ha experimentado la dinámica de fluidos computacional (DFC), la que a su vez ha jugado un rol fundamental en el análisis y comprensión de flujo de fluidos desde

los casos más simples hasta los casos más complejos. En Venezuela, la simulación DFC ha sustentado e impulsado diversos desarrollos hidroeléctricos, en espectro de potencias y aplicaciones impactando desarrollos hidroeléctricos desde micro centrales ($\leq 50\text{ kW}$) hasta centrales de gran potencia ($\geq 5 \text{ MW}$). (Figura 1)

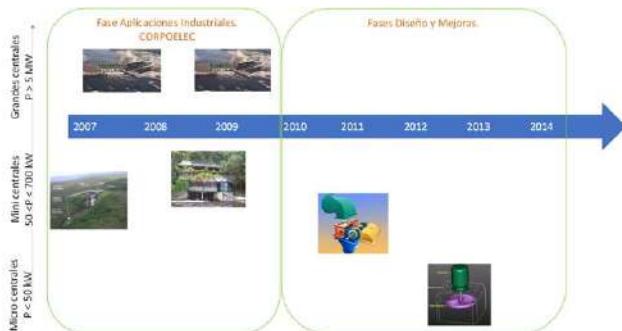


Figura 1. Proyectos Hidroeléctricos apoyados en simulación

El presente trabajo muestra el valor agregado a los proyectos hidroeléctricos, por los resultados obtenidos a través de la simulación. En una primera parte, se describen los trabajos de simulación aplicados a los desarrollos hidroeléctricos de media y gran escala relacionados a la cuenca hidrográfica del Caroní/La Paragua. La segunda parte, se basa en estudios realizados para el diseño y mejoras de microturbinas, pensadas para el desarrollo de centros poblados alejados, como comunidades indígenas en zonas protegidas.

2. METODOLOGÍA

La generación de los modelos numéricos a partir de las técnicas de dinámica de fluidos Computacional, CFD por sus siglas en inglés, comprende el proceso de aplicar un modelo matemático discreto para el estudio de un problema físico en un dominio geométrico determinado mediante la resolución de las ecuaciones de conservación. Independientemente del problema que se quiera estudiar, toda simulación debe completar las siguientes etapas:



Figura 2. Etapas de la Simulación Numérica

Definición del dominio: esta etapa contempla la selección de dominio de cálculo y la creación de este en algún paquete especializado de diseño, buscando la mejor correspondencia con el modelo real.

Discretización del dominio: una vez creado, el dominio de cálculo es dividido en pequeños elementos o volúmenes de control en cada uno de los cuales será resuelto el conjunto de ecuaciones de conservación o gobierno. A esta etapa también se le conoce como creación de mallas o mallado. Existen tres tipos principales de mallas: las estructuradas, las no estructuradas y las mixtas. Cada tipo de malla es aplicado según opinión y experiencias previas en las áreas de utilización.

Generación del modelo matemático: en este punto se selecciona (dependiendo del fenómeno físico que se esté caracterizando) el conjunto de ecuaciones que va a ser esperado con su resolución para representar el comportamiento del fluido dentro del dominio de cálculo en estudio. Este grupo de ecuaciones incluye básicamente las ecuaciones de conservación (Navier-Stokes, continuidad y energía).

Condiciones de flujo y de borde: en esta etapa se establecen las condiciones para reproducir, en el dominio seleccionado junto con las ecuaciones establecidas, el fenómeno físico que se desea modelar. Esto se logra mediante la imposición de propiedades del fluido y condiciones de borde (entradas, salidas, aberturas, periodicidad, paredes, entre otras) en espacio y tiempo.

Criterios de resolución: comprende la selección de los métodos de aproximación que se usarán sobre el dominio discretizado. Así mismo, en esta etapa se deben establecer los criterios de convergencia que servirán como indicativo de parada en el proceso iterativo de resolución.

Resolución de ecuaciones: en este punto se resuelven el conjunto de ecuaciones gobernantes. Para esto se integran las ecuaciones sobre cada volumen, de forma conservativa, convirtiéndolas en un sistema de ecuaciones algebraicas que son resueltas de manera iterativa.

Análisis de resultados: una vez culminado el proceso de cálculo, el usuario deberá analizar la validez de los resultados obtenidos. Posteriormente, emprenderá el análisis en sí del fenómeno modelado.

3. OBJETIVOS

Presentar los resultados e impacto de la realización simulación numérica, en los desarrollos hidroeléctricos en Venezuela.

4. RESULTADOS

Central de TOCOMA (2006):

Durante la fase de construcción de la represa de TOCOMA, donde se instalará la Planta Hidroeléctrica “Manuel Piar”, se debe evaluar el efecto de la distribución de velocidades no Uniforme a la entrada de la caja semi espiral de las unidades generadoras (STANKO M., 2009).

En la Figura 3, se puede notar que el flujo desde la entrada hasta su paso por la turbina se comporta de manera uniforme, y se adapta a la estructura del conjunto tanto para el caso del perfil uniforme como para el perfil asimétrico. Cabe destacar que el rango global manejado de velocidades en el dominio es ligeramente menor para el caso asimétrico que para el caso uniforme, lo cual se encuentra relacionado con las diferencias de caudal entre los dos casos, obtenida en el proceso de discretización.

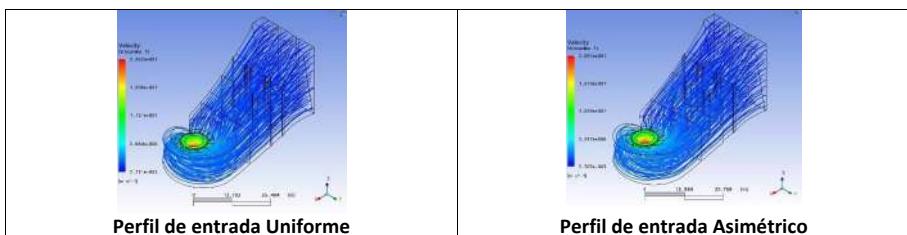


Figura 3. Vista Isométrica de las Líneas de Corriente en el Dominio.

Dentro de la máquina, Figura 4, se puede observar que, en líneas generales los contornos son muy parecidos comprobando el efecto nulo de la uniformidad y no uniformidad del perfil de entrada. Para ambos casos se observa que las presiones se distribuyen de manera simétrica alrededor de la corona de álabes móviles.

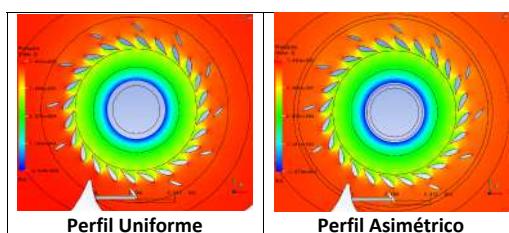


Figura 4. Contorno de Presiones en el Distribuidor y en el Pre-distribuidor (Plano Ubicado en el Plano Medio de la Corona de Álabes Fijos y Móviles).

Mini Central de San Rafael de Kamoirán (2006):

El objetivo de este proyecto es el de aprovechar un salto de agua existente en la confluencia de los ríos KAMOIRÁN y SAKAIKÁ, para la generación de energía eléctrica. Su finalidad será la de suministrar energía eléctrica principalmente a las comunidades de San Rafael y

San Juan de Kamoirán, bajo el impulso del Programa Mayú “Un nuevo modelo de desarrollo sustentable” auspiciado por la empresa EDELCA, renace la idea del aprovechamiento del Salto Kamoirán como la alternativa de menor impacto ecológico para la electrificación de las comunidades anteriormente mencionadas.

Utilizando técnicas de simulación se realizó un diseño innovador de una Turbina Francis Tubular (TFT), obteniendo su curva de desempeño para el diseño de la central. La Figura 5, muestra los campos de velocidad y presión dentro de la máquina, para diferentes caudales de operación

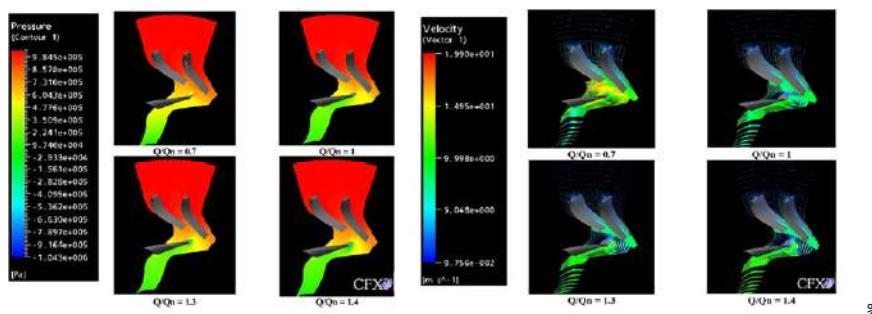


Figura 5. Campos de velocidad y presión dentro de la Turbina Francis Tubular (TFT).

La Figura 6, muestra la curva de desempeño de la turbina.

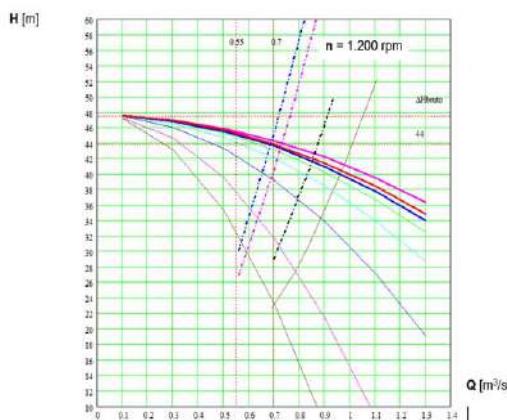


Figura 6. Campo de Operación TFT

Mini Central Canaima (2008):

La Pequeña Central Hidroeléctrica Canaima, ubicada en el corazón de la reserva forestal denominada Gran Sabana (Parque Nacional Canaima) en Venezuela, cuenta con dos

unidades hidráulicas de 550 kVA con turbinas Michell-Banki con una capacidad máxima de 400 kW cada una. Campañas de medición reportan una potencia máxima de hasta 335 kW por turbina, eficiencias inferiores al 50% y problemas mecánicos asociados a vibración, ruido y aparición de grietas en la carcasa de la turbina.

Para mejorar su desempeño, se realizaron varias campañas de medición dinámica in situ y se aplicaron técnicas de CFD para una evaluación técnica completa del diseño y funcionamiento de cada pasaje hidráulico. (ARZOLA F, 2008)

La Figura 7, muestra las mejoras obtenidas en la incidencia del chorro en la sección de entrada del rotor, comparando el modelo actual y el nuevo diseño. (J. DE ANDRADE, 2011)

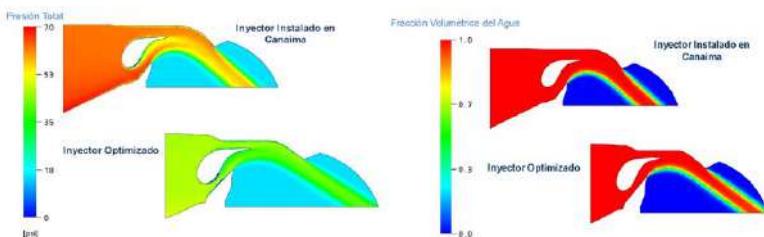


Figura 7. Campo de presión y fracciones actual vs. Optimizado de la sección de entrada de la turbina Banki de Canaima.

Diseño y Optimización Turbinas de Acción: Banki y Turgo (2011-2014)

Los trabajos realizados, de la mano con la industria, abrieron la puerta a proyectos de investigación, principalmente orientados al mejoramiento y nuevos diseños de turbinas para micro y minicentrales eléctricas. Las turbinas Banki son equipos normalmente considerados para la generación de potencia en centrales hidroeléctricas de pequeña escala ($P < 10\text{MW}$). Esto debido a su sencillez de construcción, mantenimiento y operación, que se traducen en inversiones menores en comparación con otros tipos de turbinas. Sin embargo, son máquinas de modestas eficiencias ($\approx 80\%$) (CROCQUER S., 2012), consecuencia de que existen fenómenos asociados al paso del fluido por el rodete tales como: desprendimiento, choques contra el eje y recirculación. Numerosos intentos por corregir estos fenómenos mediante la implementación de elementos correctores del flujo dentro del rodete, conocidos como deflectores internos, han sido realizados. Sin embargo, su desarrollo ha sido en gran medida empírico, por lo que los resultados no han sido totalmente satisfactorios. En esta investigación se desarrolló un modelo numérico en régimen No-Permanente, del flujo dentro de una Turbina de Flujo Cruzado (TFC) ($n_s = 45$). A partir de los resultados obtenidos se diseñaron seis prototipos de Deflectores Internos (DI), buscando siempre la sencillez en el diseño y la facilidad de construcción. Se encontró que con el uso de los DI estudiados se consigue una mejora en la eficiencia hidráulica, en todos los casos, desde un 0,3% hasta un 3,0% (valor promedio 1,9%). La ¡Error! No se

encuentra el origen de la referencia., muestra las líneas de corriente para un rotor Banki con y sin deflector. La mejora de la eficiencia con el uso de deflectores internos se muestra en la Figura 9. (CROCQUER S. D. A., 2012)

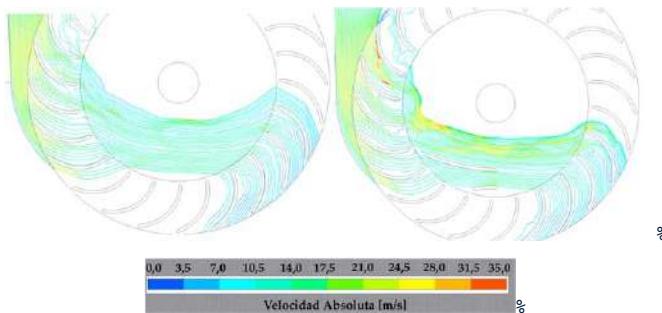


Figura 8. Líneas de corriente al interior de las Turbinas Banki

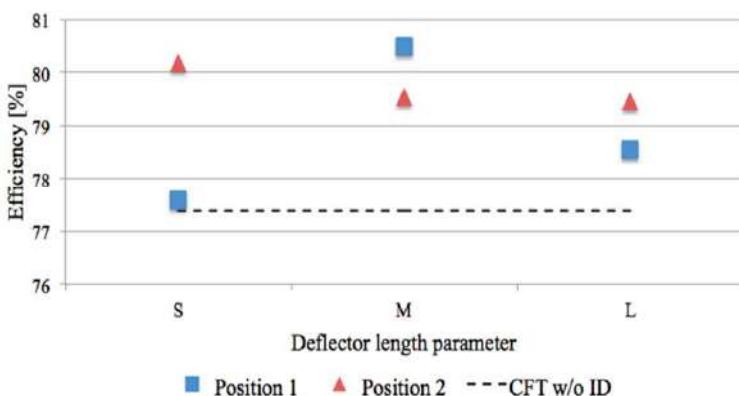


Figura 9. Eficiencia de las Turbinas Banki, con y sin Deflector interno.

Como otra turbomáquina como alternativa para la generación a pequeña y mediana escala se analizó la adaptación de una turbina tipo Turgo (TTT). La TTT son turbinas de acción que pesar de un uso expandido en pico y minicentrales. Estas turbinas se caracterizan por ser versátiles, compactas y muy eficientes. Por lo que, en condiciones de operación crítica, este tipo de turbina, se destacaría significativamente en el suministro eléctrico a ciertas regiones apartadas de los sistemas principales de distribución. Reduciría espacio y peso en el montaje al que deba adaptarse ya que es compacta geométricamente (más que la turbina tipo Pelton, inclusive) y más liviana (al ser comparada con un banco de baterías o de celdas

combustibles) No obstante, el conocimiento para su diseño y análisis de desempeño público es muy limitado. Por un lado, los fabricantes mantienen en estricta confidencialidad los procedimientos de diseño y, por el otro, la literatura encontrada es escasa y basada en deducciones de la Teoría unidimensional, que hoy día se sabe insuficiente para diseñar el rodete de una TTT.

Por ello, como primer objetivo es el desarrollo de una metodología de diseño, basada en el análisis de las Teorías unidimensional y tridimensional simplificadas (CLAREMBAUX J., 2012). Con la geometría del inyector y el rodete, se realizaron simulaciones basadas en la DFC, en régimen Permanente y No-Permanente, para evaluar el desempeño de la máquina. Igualmente, a partir de los resultados obtenidos se analizaron y mejoraron parámetros como: efecto de la distribución de la fracción volumétrica de agua dentro del rodete, influencia de los parámetros del inyector, concluyendo que el desempeño más favorable se logra para un ángulo de inclinación de 19,8 °. La implementación de diseños de este tipo de turbina hidráulica en países con gran potencial hidroeléctrico a pequeña y mediana escala, como Venezuela, impulsaría la seguridad energética y apoyaría una transición a energéticas a energías no fósiles.

La Figura 10, muestra el dominio de simulación y las condiciones de borde impuestas en el estudio numérico. La Figura 11, muestra la evolución del chorro impactando el rotor de la turbina. (CLAREMBAUX J. D. A., 2014)

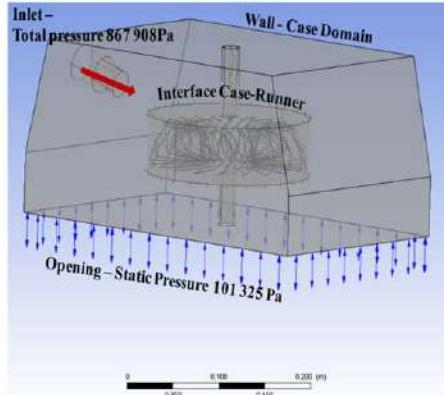


Figura 10. Dominio de Simulación Turbina Tipo Túrgo (TTT)

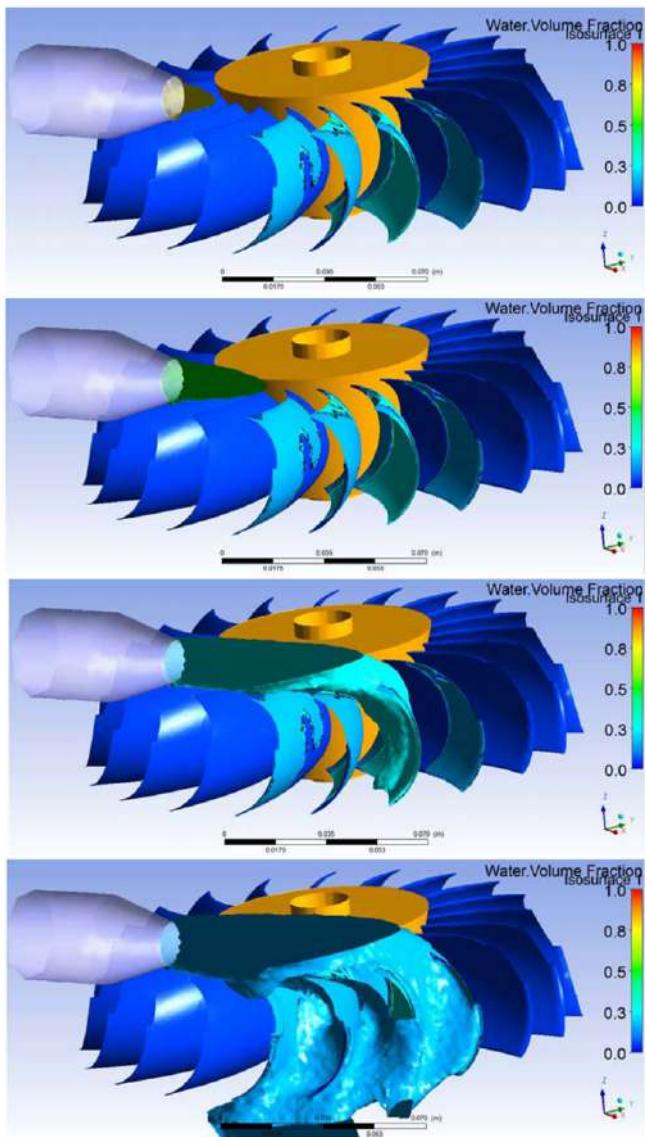


Figura 11. Distribución del Agua dentro del Rotor de la Turbina Tipo Turgo (TTT)

5. CONCLUSIONES

Como principales conclusiones se presentan las siguientes:

1. De la mano de la industria de generación de hidroeléctrica de Venezuela, se ejecutaron tres proyectos de importancia e impacto para el sistema de generación, (de gran y mediana escala) utilizando técnicas de simulación de Dinámica de Fluidos Computacional.
2. Los ahorros obtenidos en la construcción de la Central Hidroeléctrica Manuel Piar-TOCOMA, fueron significativos. Estos resultados fueron respaldados por los estudios CFD, con los que se demostró que no era necesario demolición de las ataguías, pues ni el flujo ni el desempeño de las turbinas.
3. En el caso de minicentrales, se propuso un diseño innovador de una turbina tipo Francis Tubular (TFT) para una minicentral, a ser instalada en un área protegida de interés nacional.
4. El diseño y la evaluación de desempeño, estableciendo el rango de operación, de la Turbina Francis Tubular fue posible gracias a la utilización de técnicas de simulación CFD.
5. Las turbinas Banki de la central Canaima fueron mejoradas para garantizar una entrega de energía confiable y más eficiente con pequeños cambios en la turbina existente. Las modificaciones propuestas fueron evaluadas con Técnicas DFC.
6. En cuanto a las pequeñas turbinas, se realizaron otros estudios apoyados en la dinámica de Fluidos Computacional, para impulsar el desarrollo de microcentrales en el país:
7. En turbinas Banki, se demostró que la instalación de deflectores internos puede incrementar la eficiencia de los equipos.
8. Se estableció una metodología de diseño y análisis de desempeño para las turbinas Turgo.
9. Finalmente, se resalta la utilización de metodologías de simulación DFC, para el diseño, evaluación y mejora de las centrales y turbinas hidráulicas.

REFERENCIAS

- Arzola F, R. C. (2008). Technical assessment for overhaul project in small hydropower plant. In *Proceedings of the 24th Symposium on hydraulic machinery and systems*. Iguassu, Brazil.
- Clarembaux J., C. S. (2012). Design Procedure for a Turgo Type Turbine Using a Three-Dimensional Potential Flow. *Proceedings of ASME Turbo Expo 2012, GT2012-68807* (págs. <https://doi.org/10.1115/GT2012-68807>). Copenhagen: ASME.
- Clarembaux J., D. A. (2014). A CFD Simulation Analysis of the Water Volumetric Fraction Distribution in the Runner of a Turgo Type Turbine Designed with an Integrated Dimensional Methodology. *Proceedings of the ASME 2014 Intl. Mechanical Engineering Congress and Exposition IMECE2014-36534*. (págs. <https://doi.org/10.1115/IMECE2014-36534>). Montreal: ASME.

- Crocquer S., D. A. (2012). Use of CFD Tools in Internal Deflector Design for Cross Flow Turbine Efficiency Improvement. *ASME 2012 Fluids Engineering Summer Meeting, FEDSM2012-72017, July 08-12, 2012, Puerto Rico, USA: ASME.*
- Crocquer S., J. F. (2012). "Numerical Investigation of a Banki Turbine In Transient Regime. Reaction Ratio Determination . *Proceedings of ASME Turbo Expo 2012, GT2012-68809. Copenhagen: ASME.*
- <https://www.asambleanacionalvenezuela.org/>. (23 de 11 de 2022). Obtenido de
<https://www.asambleanacionalvenezuela.org/>:
<https://www.asambleanacionalvenezuela.org/noticias/venezuela-tiene-gran-potencial-en-energia-renovable-pero-atrasada-en-acciones-para-la-transicion-energetica>
- De Andrade, C. C. (2011). Numerical Investigation of the Internal Flow in a Banki Turbine. Comparison with Experimental Results. *International Journal of Rotating Machinery*, doi:10.1155/2011/841214.
- Stanko M., S. A. (2009). CFD Simulation of the Sumerged Cofferdams Effect on the Operation of the Future Tocoma Hydroelectric Power Plant . *ASME FEDSM'09. Forum ASME Fluids Engineering Division . Colorado US: ASME.*

Dilatación Unitaria de un Semigrupo Local Mixto de Contracciones

Ángel Padilla

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

apadilla@unimet.edu.ve

Abstract: El estudio de las dilataciones y extensiones de semigrupos locales de contracciones, de semigrupos locales de isometrías y de familias multiplicativas de isometrías ha mostrado ser una herramienta útil en el estudio de distintos problemas de teoría de operadores, análisis armónico y en la teoría de interpolación. En este trabajo, se consideran familias multiplicativas mixtas de contracciones en un espacio de Hilbert, con parámetro en el producto cartesiano de los números reales y el conjunto de los números racionales diádicos no negativos y menores que uno, y se demuestra que existe una dilatación unitaria para esta familia. A partir de este resultado y usando técnicas de discretización del parámetro, se prueba que todo semigrupo local mixto de contracciones en un espacio de Hilbert, con parámetro en el plano real, posee una dilatación unitaria.

Keywords: familias multiplicativas, semigrupos locales, dilatación unitaria, extensiones unitarias, discretización.

1. INTRODUCCIÓN

La dilatación es una técnica muy utilizada para estudiar y obtener resultados referentes a operadores en espacios de Hilbert y consiste en representar a un operador como parte de un operador más simple cuyo dominio es un espacio de Hilbert más grande. En el año 1953, el matemático Sz-Nagy, demostró que toda contracción posee una dilatación unitaria.

Los conceptos de dilatación se extienden de manera natural a familias de operadores. Una generalización del resultado dado por Sz-Nagy, fue dada en [1] por R. Bruzual, donde se demuestra que todo semigrupo local de contracciones en un espacio de Hilbert posee una dilatación unitaria en un espacio de Hilbert más grande. La idea de la demostración de este resultado está basada en la asociación de un generador infinitesimal a un semigrupo local y extendiendo de manera adecuada el generador infinitesimal se obtiene una dilatación del semigrupo local.

En este trabajo se utilizarán técnicas de discretización del parámetro para obtener dilataciones y extensiones de las familias multiplicativas mixtas de contracciones cuyo dominio depende del parámetro.

2. PRELIMINARES

En lo que sigue H será un espacio de Hilbert complejo.

2.1. Definición: La dilatación es una técnica muy utilizada para estudiar y obtener resultados referentes a operadores en espacios de Hilbert y consiste en representar a un

operador como parte de un operador más simple cuyo dominio es un espacio de Hilbert más grande. Más en detalle, sea

$$L(H) = \{T: H \rightarrow H \text{ tal que } T \text{ es un operador lineal y continuo}\}.$$

Se dice que $V \in L(F)$ es una dilatación para el operador $T \in L(H)$ si

$$T^n = P_H^F V^n |_H \quad (n = 0, 1, 2, \dots),$$

donde F es un espacio de Hilbert que contiene a H como subespacio cerrado y P_H^F es la proyección ortogonal de F sobre H .

2.2. Definición: Sea H un espacio de Hilbert. Una familia multiplicativa mixta de contracciones en H con parámetro en $R \times [0,1]$ es una familia $(T(\omega, s), H(s))_{(\omega,s) \in R \times [0,1]}$ tal que:

- (i) Para cada $s \in [0,1]$ se tiene que $H(s)$ es un subespacio cerrado de H y para cada par $(\omega, s) \in R \times [0,1]$ se tiene que $T(\omega, s) : H(s) \rightarrow H$ es un operador de contracción.
- (ii) $(T(0, s), H(s))_{s \in [0,1]}$ es una familia multiplicativa de contracciones.
- (iii) $(T(\omega, 0))_{\omega \in R}$ es un grupo de operadores unitarios en $L(H)$.
- (iv) Para cada $(\omega, s) \in R \times [0,1]$ se tiene que $T(\omega, 0)H(s) \subset H(s)$ y

$$T(\omega, s) = T(\omega, 0)T(0, s) = T(0, s)T(\omega, 0) | H(s).$$

Se dirá que la familia es fuertemente continua si para cada $r \in [0,1]$ y $h \in H(r)$ se tiene que la función $(\omega, s) \rightarrow T(\omega, s)h$ es continua en $R \times [0, r]$.

2.3. Definición: Un semigrupo local mixto de contracciones en H con parámetro en $R \times [0,1]$, es una familia multiplicativa mixta de contracciones $(T(\omega, s), H(s))_{(\omega,s) \in R \times [0,1]}$ tal que $(T(0, s), H(s))_{s \in [0,1]}$ es un semigrupo local de contracciones.

2.4. Definición: Sea $(T(\omega, s), H(s))_{(\omega,s) \in R \times [0,1]}$ un semigrupo local mixto de operadores en H . Sean F un espacio de Hilbert y $(U(\omega, s))_{(\omega,s) \in R^2} \subset L(F)$ un grupo de operadores, se dice que $(U(\omega, s))_{(\omega,s) \in R^2}$ es una dilatación del semigrupo $(T(\omega, s), H(s))_{(\omega,s) \in R \times [0,1]}$ si F contiene a H como subespacio cerrado y $T(\omega, s) = P_H^F U(\omega, s) |_{H(s)}$, para todo $(\omega, s) \in R \times [0,1]$, donde P_H^F es la proyección ortogonal de F sobre H .

3. RESULTADO PRINCIPAL

Sea Δ el conjunto de los racionales diádicos, es decir

$$\Delta = \left\{ \frac{k}{2^n} \mid k \in Z, n \in N \right\}$$

Y sean

$$\Delta^+ = \{s \in \Delta \mid s \geq 0\} \text{ y } I_\Delta = [0,1] \cap \Delta$$

En lo que sigue $(T(\omega, s), H(s))_{(\omega,s) \in R \times [0,1]}$ será un semigrupo local mixto de contracciones en H .

3.1. Lema: Sea $(T(\omega, s), H(s))_{(\omega,s) \in R \times I_\Delta}$ un semigrupo local mixto de contracciones en H . Entonces existe un espacio de Hilbert G que contiene a H como subespacio cerrado y un grupo de operadores unitarios $(W(\omega, s))_{(\omega,s) \in R \times \Delta}$ en G tales que

$$T(\omega, s) = P_H^G W(\omega, s) |_{H(s)}, \text{ para todo } (\omega,s) \in R \times I_\Delta.$$

Notar que en el lema anterior no hace falta la hipótesis de la continuidad fuerte de semigrupo local.

El siguiente Teorema es el resultado principal de este trabajo y su prueba se basa en la discretización del parámetro continuo por medio de racionales diádicos; se usa el Lema anterior y se pasa al límite, usando que los racionales son densos en los reales.

3.2. Teorema: Sea $(T(\omega, s), H(s))_{(\omega,s) \in R \times [0,1]}$ un semigrupo local mixto de contracciones en H fuertemente continuo. Entonces existe un espacio de Hilbert F que contiene a H como subespacio cerrado y un grupo de operadores unitarios $(U(\omega, s))_{(\omega,s) \in R^2} \subset L(F)$, fuertemente continuo, tales que

$$T(\omega, s) = P_H^F U(\omega, s) |_{H(s)}, \text{ para todo } (\omega,s) \in R \times [0,1].$$

4. CONCLUSIÓN

Por medio del Lema, se demostró que toda familia mixta de contracciones, con parámetro en $R \times I_\Delta$ posee dilatación unitaria en $R \times \Delta$. Un hecho importante de este resultado fue que no hizo falta suponer la continuidad fuerte del semigrupo.

Usando el resultado anterior se demostró que todo grupo mixto de operadores unitarios fuertemente continuo, con parámetro en $R \times [0,1]$ posee una dilatación unitaria fuertemente continua, con parámetro en R^2 .

La discretización utilizada en este trabajo, es una técnica que permite obtener resultados de dilatación para familias de operadores con parámetro real y que satisfacen cierta condición de continuidad, a partir de resultados para familias de operadores con parámetro discreto (natural o entero); lo cual se convierte en una poderosa herramienta para dar nuevos resultados tanto en la teoría del análisis armónico como en la teoría de operadores.

En cuanto al estado actual del conocimiento del problema, se han realizado avances significativos en la comprensión y aplicación de los semigrupos de operadores. Se han desarrollado teoremas y métodos que permiten analizar y caracterizar el comportamiento de estos semigrupos en diferentes contextos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Señor Jesucristo por toda la sabiduría que me ha dado.

REFERENCIAS

- Bruzual, R.(1987). Local semigroups of contractions and some applications to Fourier representation theorems. *Int. Eq. and Op. Theory*, 10, 780-801. <https://doi.org/10.1007/BF01196119>
- Bruzual, R y Domínguez, M. (2001). Extensiones de operador valoradas funciones definidas positivas y elevación conmutante en grupos ordenados. *Revista de análisis funcional*, 185, 456-473. <https://doi.org/10.1006/jfan.2001.3758>
- Bruzual, R. Domínguez, M. y Padilla, A. (2011). Dilatación Unitaria de Semigrupos Locales de Contracciones. *Acta Científica Venezolana*. vol. (62), 42-44.
- Bruzual, R. Domínguez, M. y Padilla, A. (2012). On Dilation of Local Semigroups of Contractions and some Applications.. *Extracta Mathematicae* , 27, 163-173. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4109879>
- Sz.-Nagy, B. y Foias, C. (1970). Análisis armónico de operadores en el espacio de Hilbert. North Holland Publishing Co.

Evaluación de la obtención de harina para uso alimenticio a partir de residuos sólidos de *Ananas comosus* (Piña)

Camila Gibara, María Alejandra Rodríguez

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

camila.gibarat@gmail.com

Abstract: El presente trabajo de investigación consistió en la obtención de harina a partir de residuos sólidos de *Ananas comosus* (Piña). Para ello se realizó una investigación acerca de los métodos de obtención de harina no convencionales. A partir de esta investigación se diseñó un procedimiento experimental que consistió en: 1) Estandarización de la materia prima, 2) Secado por convección de los residuos sólidos para la producción de la harina, 3) Molienda y tamizado de la harina, y 4) Evaluación y caracterización del producto. Las muestras de harina provenientes de la cáscara y el corazón se evaluaron en función de sus características con la finalidad de determinar sus posibles usos, identificando que pueden ser empleadas como sustitutos de otras harinas en la realización de productos como galletas, barras de cereal, como suplemento alimenticio y como materia prima para la elaboración de comida para aves.

Keywords: harinas no convencionales, *Ananas comosus*, residuos sólidos, secado, tamizado.

1. INTRODUCCIÓN

Se ha desencadenado a nivel mundial una serie de preocupaciones relacionadas al aumento de los residuos agroindustriales que se generan a partir de la industrialización o del consumo directo de los productos principales. El Banco Mundial (2018) estima que la generación de desechos aumentará de 2010 millones de toneladas en 2016 a 3400 millones de toneladas en 2050. A consecuencia de este aumento de residuos orgánicos, se ha generado la tendencia de buscar y aportar nuevas tecnologías/procesos que sean capaces de transformar estos residuos para poder disminuir su impacto en el medio ambiente, y generar a partir de ellos, productos de valor agregado. Según FAOSTAT (2023), para el año 2021 la producción de piña en Venezuela era de 478,5 toneladas de las cuales se consumen un 30%, dejando un residuo de 334,9 toneladas (Damasceno et al, 2016). Los residuos sólidos de la piña pueden ser aprovechados dado que poseen dentro de su composición química sustancias y compuestos útiles los cuales se transforman en materia prima, para la obtención de productos de mayor valor agregado. Bajo este planteamiento surgen las siguientes interrogantes, ¿Es posible aprovechar los residuos de la *Ananas comosus*, en la generación de productos de valor agregado? ¿Es aprovechable el residuo sólido de *Ananas comosus* para la elaboración de una harina de uso alimenticio?

2. DESARROLLO DEL TRABAJO

2.1. Fases experimentales

Fase 1: Tratamiento y estandarización de los residuos de la piña. Se ubicó la cantidad necesaria de materia prima (15 kilogramos de piña completa: pulpa, cáscara, corazón). Se realizó un proceso de lavado y secado de la piña para realizar el despulpado de la fruta y obtener el material de interés: el corazón y la cáscara de la piña, ya que son los residuos del procesamiento de esta fruta. Luego de pesadas por separado la cáscara y el corazón, se realizó un proceso de troceado para disminuir el tamaño de la materia prima y así facilitar su manipulación.

Fase 2: Obtención de la harina

Se consideraron dos muestras sólidas: una de corazón y una de cáscara.

Preparación de la materia a secar: al sólido obtenido se le retiró manualmente el exceso de líquido por prensado empleando un tamiz. Luego se distribuyó uniformemente en bandejas para posteriormente ser pesado.

Proceso de secado: Se introdujeron las bandejas en la estufa a 90°C, durante 11 horas, llevando un registro del peso cada hora. Finalizado el período establecido se retiraron las bandejas y se pesó el sólido.

Molienda: se llevó a cabo un proceso de molienda para reducir el tamaño de partícula de los sólidos secos.

Pruebas correspondientes: para determinar los posibles usos del producto se realizaron las siguientes pruebas:

- Determinación de humedad: se realizó mediante el método de pérdida de agua por secado establecido en la norma COVENIN 1553-80.
- Determinación de cenizas: se cuantificó el porcentaje de restos inorgánicos que quedan después de la ignición de la materia orgánica en una mufla según la norma COVENIN 1783-81.
- Absorción de agua (WAI) y solubilidad en agua (WSI): se siguió la metodología descrita en la práctica de secado de alimentos del Laboratorio de Destrezas Instrumentales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Metropolitana de Caracas. Sin embargo, se realizaron adaptaciones de las cantidades de muestra y agua destilada utilizadas.
- Absorción de aceites: se obtuvieron siguiendo la misma metodología utilizada para la determinación de absorción de agua pero utilizando aceite vegetal.
- Fibras crudas: Utilizando el método de Weende, el cual consiste en una hidrólisis ácida y luego una hidrólisis básica, se determinó la cantidad de fibras crudas. Este método es usado para describir la porción indigerible de un material vegetal. Para este método se hicieron ciertas modificaciones las cuales consisten en omitir el desgrasado de la muestra ya que si el producto tiene menos del 5% de grasas el desgrasado no es necesario (Supelco, 2020). Se tomó esta determinación en base a investigaciones previas en las que se obtuvo como resultado que el porcentaje de grasa de la harina de cáscara de piña es menor al 2% (Damasceno, et al., 2016) y que el porcentaje de grasa de la fruta es menor al 1%. (Hernández et al., 2021).
- Tamaño de partícula: Se estableció el tamaño de partícula haciendo uso de tamices.

2.2. Resultados y discusión

En la Tabla 1, se presenta la masa inicial y masa final asociada al proceso de secado, de las muestras: cáscara y corazón, con el fin de obtener una harina para uso alimenticio..

	Muestra 1	Muestra 2
Materia prima	Corazón	Cáscara
Masa inicial (g) ± 0,1	763,3	750,6
Masa final (g) ± 0,1	121,2	127,6

■ *Tabla 1. Masas de las muestras previo y posterior al proceso de secado.*

Durante el proceso de secado se evaporaron 642,1g de agua en la muestra 1 (corazón) correspondiendo a un 83% de la masa inicial y 623,0 g de agua en la muestra 2 (cáscara), evaporando un 84% de la masa inicial. La curva de secado para estas muestras se presenta en la Figura 1.

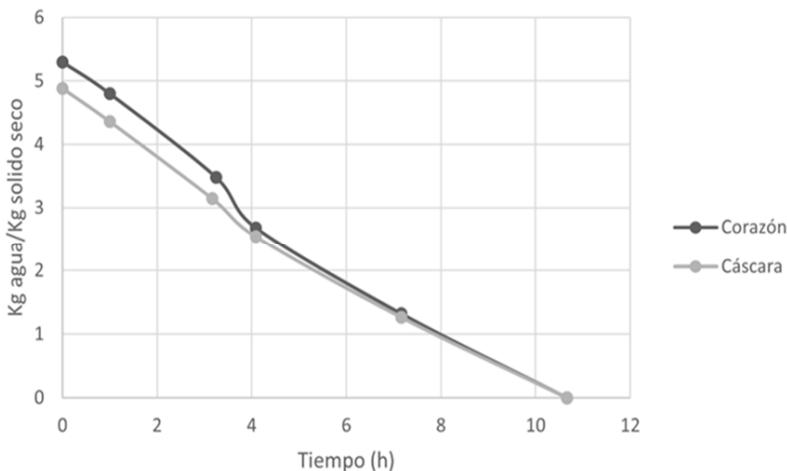


Figura 1. Curva de secado de las muestras a 90°C

La curva de secado representa la humedad base seca con respecto al tiempo de secado. En ambas curvas se puede observar que durante las primeras 4 horas presentan una concavidad positiva, esta representa la etapa de calentamiento del sólido, luego se mantiene constante una pendiente menor hasta el final del proceso (Rosales, 2022).

Posterior al secado del sólido, se tritura y tamiza, con el fin de obtener la harina; las características de la misma se presentan a continuación, en la Tabla 2.

	Muestra 1 Corazón	Muestra 2 Cáscara
Materia prima	Corazón	Cáscara
Porcentaje de humedad (%)	10,313	8,209
Porcentaje de ceniza (%)	1,4729	3,9161
Absorción de agua (WAI)	537,64	599,23
 Solubilidad en agua (WSI)	35,85	11,99
 Absorción de aceite	300,66	395,73
Fibras crudas (%)	11,9196	17,8155
Tamaño de partícula (μm)	75-600	75-600

Tabla 2. Caracterización de la harina obtenida.

- **Porcentaje de humedad:** según lo dicho por Gómez, et al., (2020) la harina debe de tener una humedad inferior al 15%. El porcentaje de humedad obtenido de las muestras está por debajo de este valor lo que indica que se cumple con este requerimiento. La importancia del porcentaje de humedad viene dada por que es un factor de calidad para preservación, empaque y almacenamiento. La muestra que obtuvo un mayor porcentaje de humedad fue la proveniente del corazón de la piña (Muestra 1).
- **Porcentaje de cenizas:** Márquez (2014) indica que el porcentaje de ceniza representa el contenido de materia inorgánica como minerales, los cuales no se pueden oxidar en el cuerpo para producir energía y en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Los valores del porcentaje de ceniza obtenidos, fueron más bajos que lo indicado en la bibliografía. Por otro lado, la diferencia entre los porcentajes de ceniza de ambas muestras es notable siendo de mayor valor la de la cáscara (Muestra 2) lo que indica que esta contiene mayor cantidad de minerales los cuales son beneficiosos para funciones del cuerpo humano como la formación de huesos y de células sanguíneas, desarrollo del sistema nervioso, producción de hormonas y actividad de los órganos (Secretaría de la salud de México, 2016).
- **Absorción de agua (WAI) y solubilidad en agua (WSI):** estos índices son propiedades tecnológicas importantes en la caracterización de alimentos y como su nombre lo indica, es la capacidad que presenta un alimento de absorber agua, y de solubilizarse en agua respectivamente. Estos índices son inversamente proporcionales, mientras más alto el WAI, menor es el WSI (Levi et al., 1988). La harina obtenida de la cáscara (Muestra 2) presentó un mayor índice de absorción de agua por ende un menor índice de solubilidad, contrario a esto, la Muestra 1 proveniente del corazón de la piña tuvo una mayor solubilidad pero una menor absorción de agua.
- **Absorción de aceites:** Citando a Miqulena et al. (2016) La capacidad de absorción de aceites es la habilidad de las proteínas de las harinas para físicamente unirse a la grasa por atracción capilar, esto es de gran importancia debido a que la grasa actúa como retenedor del sabor y también incrementa la palatabilidad de los alimentos (p. 65)

Para la muestra de cáscara (Muestra 2) el valor de absorción de aceite fue mayor que para el corazón (Muestra 1), lo cual indica que la harina de cáscara tiene una mayor capacidad para retener los sabores y palatabilidad, así como un aumento de la vida útil en productos de panadería o en derivados cárnicos según lo expresado por Chaparro et al. (2014).

- **Fibras crudas:** García, et al. (2008) establecen que las fibras crudas representan todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas; una en medio ácido y otra en medio alcalino y sus principales compuestos son la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. En el presente trabajo la harina que arrojó el mayor porcentaje de fibra cruda fue la harina obtenida a partir de la cáscara (Muestra 2).
- **Tamaño de partícula:** debido a fallas en el proceso de molienda se obtuvo, para ambas harinas, un rango de tamaño de partículas muy amplio. Según Gómez et al., (2020) la harina blanca debe de tener un tamaño de partícula tal que el 90% pase por un tamiz de 180 micras, siendo común que las harinas de trigo tengan un tamaño de partícula cercano a 100 micras. Tomando el valor de la harina de trigo como valor de referencia se observa que el proceso de molienda no fue del todo eficiente ya que hay un 20% de la harina obtenida que logra pasar por el tamiz de 180 micras lo cual podría no resultar lo más conveniente a la hora de la elaboración de algún alimento.

A continuación en la Figura 2, se presentan las harinas obtenidas del corazón y cáscara de la piña.

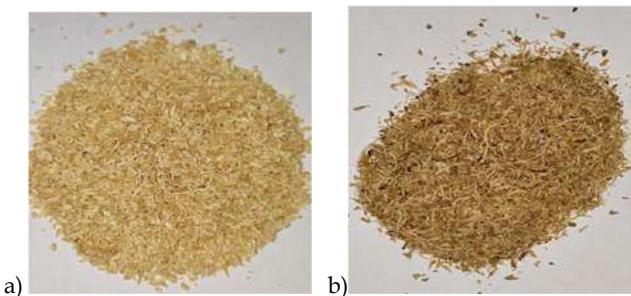


Figura 2. Harina proveniente de la piña: a) corazón b) cáscara.

Para identificar los posibles usos de la harina se ubicaron trabajos previos donde el tema central fue la realización de una harina. En la Tabla 3, se presentan para su comparación, los valores de % de humedad, % de cenizas y % de fibras crudas obtenidos de harina de cáscara de *Passiflora edulis* (Maracuyá o parchita), harina de *Manihot esculenta* (yuca), harina de *Zea mays* (maíz) y harina de cáscara de *Ananas comosus* (piña).

Chuqui-Diestra et al., (2021) menciona en su investigación que el posible uso de la harina de cáscara de maracuyá en la industria, consiste en emplearse como sustituto de otras harinas.

Según Benítez et al., (2008) la harina de yuca “puede ser utilizada como materia prima en la industria alimenticia para la producción de productos de panadería, aglutinantes en la industria cárnica, en la producción de sopas deshidratadas, así como en productos dietéticos” (parr. 3)

Componente	Harina			
	Cáscara de maracuyá*	Yuca**	Maíz***	Cáscara de piña****
Porcentaje de humedad (%)	11,25 ± 0,04	7,97 ± 0,54	11,65	6,78 ± 0,50
Porcentaje de ceniza (%)	4,93 ± 0,02	2,58 ± 0,89	1,21	4,57 ± 0,04
Fibras crudas (%)	28,33 ± 0,29	1,20 ± 0,50	1,23	4,92 ± 0,50

*Diestra, et al., (2021). **Benítez, et al., (2008) ***Coral V., et al., (2015) ****Damasceno, et al., (2016)

■ Tabla 3. Características de la harina de cáscara de maracuyá, harina de yuca, harina de maíz y harina de cáscara de piña. Valores de referencia.

Según González, et al., (2016), la harina de maíz varía su uso dependiendo del país, por ejemplo en Venezuela y Colombia se utiliza para la preparación de arepas, hallaquitas, empanadas, cachapas, hallacas y mazamorras; en México, normalmente se emplea la harina para la realización de tortillas, quesadillas, tostadas, sopa Azteca, y en algunos países de Europa se emplea para la elaboración de polenta.

Damasceno, et al., (2016) realizaron su investigación de la harina de piña en la elaboración de barras de cereal, aunque también menciona que la harina de cáscara de piña puede usarse para la realizar té y jugos.

Comparando los valores de las harinas obtenidas en la investigación realizada con las investigaciones previas, los valores más cercanos son el porcentaje de ceniza de la muestra de harina de cáscara con respecto a la de harina de cáscara referencial, y el porcentaje de humedad de la muestra de harina de corazón con respecto a la de harina de cáscara de maracuyá. En cuanto a las fibras crudas los valores no fueron cercanos a ninguno de los valores de referencia, aunque su valor se encuentra entre los reportados.

Tomando en cuenta la comparación realizada previamente se puede deducir que los usos de las harinas obtenidas serían similares a los usos de la harina de cáscara de maracuyá y a la harina de cáscara de piña de referencia. Entre los usos pueden estar el funcionar como sustitutos de otras harinas en la realización de productos como galletas, barras de cereal y como suplemento alimenticio. Por otro lado, por el porcentaje de fibras crudas, las harinas obtenidas también podrían ser empleadas en la elaboración de alimento para aves ya que favorece un mejor desarrollo del órgano digestivo, el incremento en la secreción de ácido

clorhídrico, sales biliares y enzimas digestivas, y todos estos cambios permitirían una mejor salud intestinal, mejora en la digestibilidad de nutrientes y con ello un mayor rendimiento (PAF s/f).

3. CONCLUSIÓN

Del proceso de secado por convección se obtuvo una harina a partir del sólido filtrado de cáscara y corazón de piña, donde las características de porcentaje de humedad, porcentaje de ceniza, índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, índice de absorción de aceite y porcentaje de fibra cruda se encuentran dentro de rangos esperados para una harina proveniente de una fruta. La comparación de las características de las harinas obtenidas con investigaciones previas, identifica como posibles usos: 1) ser sustituto parcial de otras harinas en la realización de productos como galletas, barras de cereal; 2) como suplemento alimenticio, y 3) como materia prima para la elaboración de comida para aves.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Metropolitana por brindar los espacios para la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Banderas, M. (2012). Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5359/T-PUCE-5585.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benitez B., Archile A., Rangel L., Ferrer K., Barboza Y., Marquéz E., (2008) Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de Yuca y plasma de bovino
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000100013
- Cabrera, e., & Castillo., J. (4 de diciembre de 2017). Aprovechamiento de la fruta del árbol de pan (*Arocarpus altilis*) para la obtención de un derivado alimenticio (harina). Investigación e Innovación en Ingenierías.
<https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/3110/3827>
- Chaparro S., Tavera M., Martinez J., Gil J., (2014). Propiedades funcionales de la harina y de los aislados proteicos de la semilla de guanábana, 17(1): 151-157 <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a17.pdf>
- Chuqui-Diestra, S., & Paucar-Menacho, L. (2021). Caracterización fisicoquímica, funcional y reológica de harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* SIMS).
- Coral, V., Gallegos R., (2015) Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de harina de maíz, harina de trigo integral, avena, yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca y choco.
- Damasceno, KA, Alvarenga, CA, Dos Santos, G, Lacerda, L, Bastianello, PC, Leal, P, Arantes-Pereira, L. (2016). Development of cereal bars containing pineapple peel flour (Annanas Comosus L. Merril). Journal of Food Quality.

https://www.researchgate.net/publication/308300805_Development_of_Cereal_Bars_Containing_Pineapple_Peel_Flour_Ananas_comosus_L_Merril

Figueroa F., Paltrinieri G., Rojas L., (1993) Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala. Capítulo 4: Materia prima <https://www.fao.org/3/x5062s/x5062S06.htm>

FAOSTAT (Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2021 <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>

Hernandez Ramirez G., Ortega Ibarra E., Ortega Ibarra I., (2021) Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (Ananas comosus) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales Vol. 7 No. 14 24-28

García Ochoa, A., Benito Infante R., Rivera C., (2008) Hacia una definición de fibra alimentaria https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522008000100005

Gómez, M., Martínez, M., Pando V., Román L., (2020) Calidad de harinas I. Innograin. [https://innograin.uva.es/2020/09/22/calidad-de-harinas-i/#:~:text=En%20general%20las%20harinas%20presentan,15%25%20\(en%20España\).](https://innograin.uva.es/2020/09/22/calidad-de-harinas-i/#:~:text=En%20general%20las%20harinas%20presentan,15%25%20(en%20España).)

González, F., Avila M., Gil Y., Velasco D., (2016) Proceso de fabricación de la harina precocida de maíz. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial. Principios y Procesos Químicos, Sección 305I1

Levi, A., Ben-Shalom, N., Plat, D., & Reid, S. (1988). Effect of Blanching and Drying on Pectin Constituents and Related Characteristics of Dehydrated Peaches. Journal of Food Science, 53(4), 1187-1190. doi:10.1111/j.1365-2621.1988.tb13558.x

Los minerales en la dieta diaria. (2016) Secretaría de la salud, gobierno de México. Pagina web: <https://www.gob.mx/salud/articulos/los-minerales-en-la-dieta-diaria#:~:text=Los%20minerales%20son%20nutrientos%20indispensables,y%20actividad%20de%20los%20órganos.&text=En%20las%20frutas%20se%20pueden%20encontrar%20minerales.>

Marquez Sigua B. (2014) Cenizas y grasas” “teoría del muestreo” “refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones” Universidad nacional de San Agustín.

<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e8bd5b97-f205-4b7e-bcd6-b34d7ab4fbe2/content#:~:text=La%20cantidad%20de%20cenizas%20representa,de%20minerales%20en%20los%20alimentos.>

Mangwanda,T., Johnson, J.B., Mani, J.S., Jackson, S., Chandra, S., McKeown, T., White, S. y Naiker, M. (2021). Processes, Challenges and Optimisation of Rum Production from Molasses-A Contemporary Review. Fermentation 7, 21. https://www.researchgate.net/publication/349121202_Processes_Challenges_and_Optimisation_of_Rum_Production_from_Molasses-A_Contemporary_Review

Miquilena E., Higuera Moros A., Rodríguez B., (2016) Evaluación de propiedades funcionales de cuatro harinas de semillas de leguminosas comestibles cultivadas en Venezuela 33: 58-72.

PAF (s/f) La importancia de la fibra en la nutrición animal y los métodos para cuantificarla. Pagina web: <https://www.paf.com.co/la-importancia-de-la-fibra-en-la-nutricion-animal-y-los-metodos-para-cuantificarla/>

Piña, Ananas Comosus / Bromeliaceae (s/f) [Pagina web] <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Pina.html#:~:text=Gran%20parte%20de%20la%20producci%C3%B3n,elaborar%20compota%2C%20mermeladas%20y%20confituras>

Rosales, S. (2022). Manual de procedimiento Equipo de secado por convección. Universidad Metropolitana

Supelco (s/f) Fibras alimentarias totales. The world bank. (2018). What a waste 2.0. <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>

Uribe, L. (2007). Microbiología industrial.

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8298/tesis276.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

U.S. Department of Agriculture (2006) FoodData central search results: pineapple, raw, all varieties <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169124/nutrients>

Vargas, Y., Pérez, L. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. Revista Facultad de Ciencias Básicas. Volumen 14 (1), 59-72. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3108/2874>

Vargas, C. y Zoila, R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación, (Vol. 33), (Pg 155 - 165) <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

Uso de *Vigna unguiculata* para la formulación de un dulce de leche vegano

Suhey Pérez-Sepúlveda*, **Andrea Romero-Veloz**

Universidad Metropolitana. Petare, Caracas 1073, Venezuela.

***sperez@unimet.edu.ve, andrea.romero@correo.unimet.edu.ve**

Abstract: The aqueous extracts of legumes, specifically *Vigna unguiculata*, constitute a food of high nutritional value, therefore in this work the use of vegetable milk from *Vigna unguiculata* for the formulation of a dulce de leche was evaluated. To obtain the plant milk, different proportions of grain:water were evaluated, 6 formulations were obtained. Subsequently, milk sweets were formulated, in which the proportion of vegetable milk, sugar, bicarbonate and vanillin was maintained. The acidity, pH, viscosity, density, total and soluble solids of the vegetable milk sweets varied according to the proportion of grain used in the vegetable milk. In addition, differences were observed in color parameters, with a relationship between grain content and luminosity, reddish and yellowish hue, browning index and whiteness. The consumer study revealed significant differences in the acceptability of milk sweets, the formula made from vegetable milk with a lower proportion of grain was the most accepted. Sensory attributes such as caramel flavor and ideally sweet boosted acceptability, while grainy, opaque, chewy, and not very sweet flavor negatively affected. The product obtained turns out to be a promising alternative for the development of vegan dulce de leche.

Keywords: vegetable milks, legumes, mixture design, new product development,, *check all that apply*

Resumen: Los extractos acuosos de leguminosas, específicamente de *Vigna unguiculata* constituyen un alimento de alto valor nutricional, por ello en este trabajo se evaluó el uso de leche vegetal de *Vigna unguiculata* para la formulación de un dulce de leche. Para la obtención de la leche vegetal se evaluaron diferentes proporciones de grano:agua, se obtuvieron 6 formulaciones. Posteriormente fueron formulados los dulces de leche, en los que se mantuvo la proporción de leche vegetal, azúcar, bicarbonato y vainillina. La acidez, el pH, la viscosidad, la densidad, sólidos totales y solubles de los dulces de leche vegetal variaron según la proporción de grano utilizada en la leche vegetal. Además, se observaron diferencias en los parámetros de color, con una relación entre el contenido de grano y la luminosidad, tonalidad rojiza y amarillenta, índice de amarronamiento y blancura. El estudio de consumidores reveló diferencias significativas en la aceptabilidad de los dulces de leche, la fórmula elaborada a partir de la leche vegetal con menor proporción de grano fue la más aceptada. Los atributos sensoriales como sabor a caramelo y dulce ideal impulsaron la aceptabilidad, mientras que sabor a grano, opaco, chicloso y poco dulce

afectaron negativamente. El producto obtenido resulta ser una alternativa prometedora para el desarrollo de dulce de leche vegano.

Palabras clave: leche vegetal, leguminosas, diseño de mezclas, desarrollo de nuevos productos, *check all that apply*

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los consumidores, además de procurar una dieta más saludable y funcional, también manifiestan necesidad de alimentos libres de ingredientes de origen animal. Se observa que un número cada vez mayor de consumidores eligen alimentos de origen vegetal, incluidas alternativas a la leche, el yogur, el queso, las cremas y los postres (Craig & Brothers, 2022). Las llamadas leches vegetales, son bebidas que resultan de la maceración de material vegetal, como cereales, nueces y legumbres, extracción en agua y posterior homogeneización (Munekata et al., 2020).

El dulce de leche conocido como arequipe en Venezuela es un producto lácteo obtenido por concentración de solutos. El proceso consiste en el sometimiento al calor a presión normal de leche cruda o leches procesadas, con el agregado de azúcares y otros ingredientes o aditivos permitidos. El producto resultante tiene una consistencia pastosa, más o menos untable y de color amarronado.

El color del dulce de leche es debido a la reacción de Maillard, la cual ocurre durante el procesamiento térmico (De Souza Carvalho et al., 2017), se produce cuando el grupo carbonilo libre del azúcar reductor y el grupo amino libre del aminoácido o proteína experimentan una reacción de condensación, posteriormente una serie de reacciones generan abundantes sustancias coloreadas, incluidos aldehídos aromáticos, cetonas, aminas y otros componentes beneficiosos, así como sustancias nocivas como productos finales de glicación avanzada, tales como la acrilamida e hidroximetilfurfural (Jia et al., 2023).

En la fabricación del dulce de leche, esta reacción provoca cambios de sabor, valor nutricional, propiedades antioxidantes y textura (Francisquini et al., 2016).

Vigna unguiculata o frijol es una leguminosa de bajo costo, de alto valor nutricional, tolerante a la sequía, con una producción mundial de aproximadamente 8,9 millones de toneladas en la temporada de cosecha de 2021 (FAOSTAT, 2022). Se consume para completar las necesidades dietéticas de proteína y micronutrientes en muchas partes del mundo. (Kahraman et al., 2023).

Con el objetivo de atender las necesidades de los consumidores interesados en productos a base de productos vegetales, en el presente trabajo se formuló un dulce de leche a base de leche vegetal preparada con *Vigna unguiculata*.

2. ESTUDIO

2.1 Materiales y métodos

Obtención de leche vegetal

Para obtener la leche vegetal inicialmente se siguió el procedimiento indicado en la Figura 1. Se evaluaron diferentes proporciones de grano y agua en el sexto paso de la preparación de la leche. El diseño se estableció considerando un rango de proporción de grano entre el 15 y el 60 %, utilizando el Software Design-Expert 13.0®, y con el diseño simplex lattice se obtuvieron 6 formulaciones que se presentan en la Tabla 1.

Formulación del dulce de leche

Con las leches vegetales obtenidas en la fase anterior se prepararon prototipos del dulce de leche, para los que se utilizó una mezcla de 81,4 % de leche vegetal, 17,9 % de azúcar, 0,5 % de vainillina y 0,2 % de bicarbonato de sodio. El procedimiento de obtención del dulce se muestra en el diagrama mostrado en la Figura 2.

A todos los prototipos de leche vegetal y dulce de leche obtenidos se les evaluó el color, la densidad (Norma COVENIN 367-75, 1975), la viscosidad (Norma COVENIN 1300-77, 1977), los sólidos totales (Norma COVENIN 932-1997, 1997), los sólidos solubles (Norma COVENIN 924-1983, 1983), el pH (Norma COVENIN 1315-1979, 1979) y la acidez titulable (Norma COVENIN 658-1997, 1997).

Para la evaluación del color se utilizó el colorímetro portátil, utilizando el sistema de color CIELAB, con la referencia del estándar de iluminación D65 (iluminación promedio de luz de día). Los parámetros de diferencia de color (E), índice de amarronamiento (BI), croma (C) y el ángulo de matiz (H) fueron calculados según las expresiones matemáticas de (Maskan, 2001)

Estudio de consumidores

El estudio de consumidores fue realizado en la Universidad Metropolitana, Caracas-Venezuela. Un total de cien potenciales consumidores (58 % mujeres 42 % hombres), con edades comprendidas entre 18 y 23 años participaron en el estudio.

Se evaluaron las fórmulas identificadas del 1 hasta el 5, pues la fórmula 6, corresponde a una muestra repetida dentro del diseño. Se pidió a los consumidores ver, oler y probar cada muestra y luego calificar el agrado global utilizando una escala hedónica de 9 puntos. También debían responder las preguntas CATA, las cuales consistieron en 33 términos CATA entre los que se incluyeron atributos sensoriales y hedónicos. Se pidió a los consumidores marcar todos los términos que consideraran apropiados para describir cada muestra.

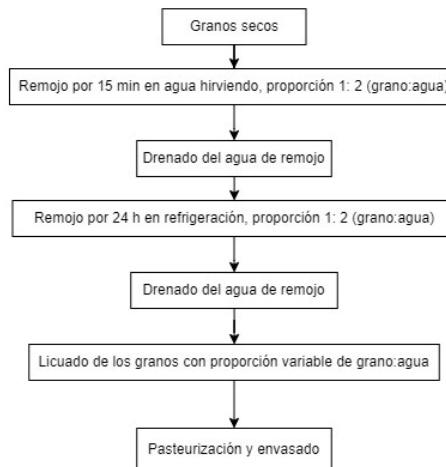


Figura 1. *Diagrama de secuencia para la preparación de la leche de Vigna unguiculata.* Fuente: Elaboración propia

Fórmula	% m/v Grano	% m/v Agua
1	26	74
2	60	40
3	38	62
4	49	51
5	15	85
6	60	40

Tabla 1. *Proporción de grano y agua para la preparación de la leche vegetal.* Fuente: Elaboración propia

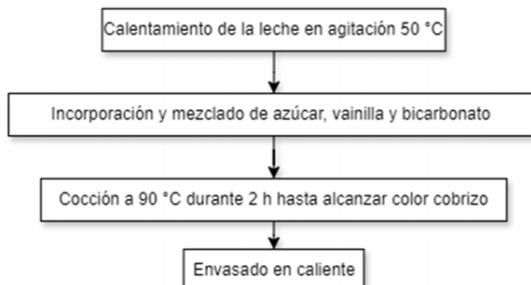


Figura 2. *Diagrama de secuencia para la preparación del dulce de leche.* Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias significativas entre medias fueron comparadas por Prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95 %. Los datos resultantes de los términos CATA fueron analizados a través de la prueba Q de Cochran y análisis de correspondencia, utilizando el software estadístico XLSATAT 2016.

2.2 Resultados

Propiedades fisicoquímicas y de color de los dulces de leche vegetal

Las propiedades fisicoquímicas de los dulces obtenidos a partir de las leches vegetales se muestran en la Tabla 2. La acidez de los dulces obtenidos se ubicó en el rango de 0,32 - 0,73 g ácido láctico / 100 mL muestra, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en este parámetro para las muestras estudiadas.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el pH, siendo mayor para las fórmulas obtenidas a partir de las leches vegetales con menor contenido de grano (Fórmulas 1 y 6).

Fórmula	Acidez		Densidad (g/mL)	Sólidos solubles		Sólidos totales %
	g ácido láctico/ 100 mL muestra	pH		°Brix		
1	0,43 ± 0,03 ^{c*}	6,17 ± 0,01 ^b	2,33 ± 0,01 ^b	63,5 ± 0,7 ^a	76,0 ± 0,1 ^b	
2	0,73 ± 0,02 ^d	5,73 ± 0,02 ^a	3,11 ± 0,02 ^d	64,6 ± 0,2 ^c	80,6 ± 0,7 ^d	
3	0,46 ± 0,02 ^{b,c}	6,08 ± 0,02 ^b	2,66 ± 0,02 ^c	63,8 ± 0,4 ^{a,b}	76,3 ± 0,5 ^b	
4	0,51 ± 0,04 ^c	6,04 ± 0,02 ^b	2,79 ± 0,01 ^c	64,1 ± 0,5 ^b	78,3 ± 0,5 ^c	
5	0,32 ± 0,02 ^a	6,35 ± 0,01 ^b	2,16 ± 0,01 ^a	63,2 ± 0,1 ^a	71,6 ± 0,4 ^a	
6	0,71 ± 0,03 ^d	5,69 ± 0,02 ^a	3,25 ± 0,01 ^d	64,6 ± 0,2 ^c	80,8 ± 0,5 ^d	

*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p > 0,05$), según test Tukey.

Tabla 2. *Propiedades fisicoquímicas de los dulces de leche vegetal*. Fuente: Elaboración propia

La densidad de las formulaciones obtenidas a partir de leches vegetales con 38 % y 49 % de grano (Fórmulas 3 y 4) no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), se observa, en términos generales, incremento de la densidad en la medida que el contenido de grano era mayor en la leche vegetal utilizada como ingrediente.

Los sólidos solubles variaron en el intervalo de 63,2 - 64,6 °Brix. Finalmente, con relación al contenido de sólidos totales, se observó correlación positiva entre esta característica y la composición de la leche vegetal usada para la formulación de los dulces, adicionalmente se observó que las fórmulas de mayor densidad presentaron la mayor cantidad de sólidos totales.

Los parámetros de color de los dulces de leche vegetal se muestran en la Tabla 3, se observa relación con la composición de la leche utilizada para la elaboración de los dulces. En la medida que la leche contenía mayor porcentaje de grano, el dulce obtenido presentó menor

luminosidad (L), en todos los casos se observa que el parámetro a^* es positivo y menor a 10, por su parte los valores de b^* son positivos, con valores inferiores a 50.

Formula	Color L*	Color a*	Color b*	Color gráfico	c	H	BI
1	43 ± 3 ^b	7 ± 2 ^a	36 ± 2 ^a		36,67	79,00	160,05
2	37 ± 1 ^a	6 ± 2 ^a	37 ± 1 ^a		37,48	80,79	220,06
3	42 ± 3 ^b	7 ± 1 ^a	36 ± 2 ^a		36,67	79,00	166,71
4	39 ± 3 ^{a,b}	7 ± 2 ^a	36 ± 2 ^a		36,67	79,00	190,49
5	47 ± 3 ^c	7 ± 2 ^a	50 ± 1 ^b		50,49	82,03	248,98
6	36 ± 2 ^a	7 ± 1 ^a	37 ± 2 ^a		37,66	79,29	234,51

*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p > 0,05$), según test Tukey.

Tabla 3. Atributos de color LAB de los dulces de leche vegetal. Fuente: Elaboración propia

Los resultados del croma (c) variaron entre 36,67 y 50,49. El ángulo de matiz (H) se obtuvo en el rango 70-82, lo que indica que las formulaciones son predominantemente amarillas. Con relación al índice de amarronamiento (BI) se varió desde 160,05 hasta 248,98, siendo el mayor valor para el dulce que se obtuvo de la leche vegetal con menor contenido de grano (Formula 5).

Estudio de consumidores

En los resultados de la prueba de Q-Cochran se indican las diferencias en la selección de atributos para cada una de las fórmulas. Se encontraron diferencias significativas en 23 de 33 atributos, los atributos en lo que no se encontraron diferencias fueron: Arenoso, Color Ideal, Cremoso, Duro, Fluido, Olor a Arequipa, Sabor a Arequipa, Sabor a Vainilla, Sabor extraño y Viscoso.

El análisis de correspondencia bidimensional se muestra en la Figura 3. Para el análisis de correspondencia las muestras se dividieron en cuatro grupos. La fórmula F5 ubicada en el cuadrante I, F1 en el cuadrante II, F3 en el cuadrante III, finalmente en el IV cuadrante las fórmulas F2 y F4. Considerando a frecuencia de selección de cada atributo y las distancias mostradas en la Figura 3, es posible obtener la descripción de cada formula. F1 se caracterizó por los atributos: Chicloso, Color Claro, Color Grisáceo, Dulce Ideal, Gomoso, Olor Suave, Opaco y Sabor a Caramelo. Para formulas F2 y F4 los atributos que les describieron fueron: Amargo, Adhesivo, Color Oscuro, Firme, Olor Extraño, Poco dulce y Sabor a grano. El dulce de leche vegetal identificado como F3 fue descrito como: Chicloso, Color Grisáceo, Color Oscuro, Gelatinoso, Gomoso y Opaco. Finalmente, la muestra identificada como F5 fue descrita como: Agradable, Brillante, Color Claro, Dulce Ideal, Olor a vainilla, Olor Suave, Sabor a Caramelo.

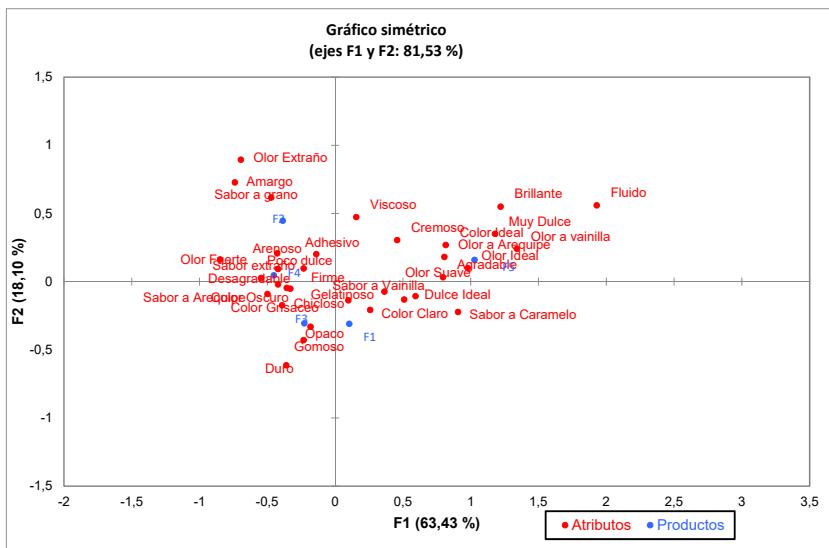


Figura 3. Análisis de correspondencia. Fuente: Elaboración propia

Las medias de aceptabilidad obtenidas para los dulces de leche se muestran en la Tabla 4, diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) se encontraron en los promedios de aceptabilidad, la mayor aceptabilidad (6,16) se obtuvo en el dulce obtenido a partir de la leche vegetal con la menor proporción de grano (Fórmula 5).

Fórmula	Aceptabilidad
1	$4,84 \pm 1,81^{\text{c*}}$
2	$3,74 \pm 1,59^{\text{a,b}}$
3	$4,66 \pm 1,32^{\text{b,c}}$
4	$3,38 \pm 1,14^{\text{a}}$
5	$6,16 \pm 1,01^{\text{d}}$

*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p > 0,05$), según test Tukey.

Tabla 4. Aceptabilidad sensorial de las fórmulas de dulce de leche vegetal. Fuente: Elaboración propia

Al evaluar la frecuencia de las respuestas de aceptabilidad, se encontró que para dicha fórmula solo el 10 % de los consumidores la calificaron con valores entre 1 y 3 en la escala hedónica utilizada, mientras que el 48 % la calificaron con valores entre 7 y 9, los cuales corresponden a los puntos de mayor aceptabilidad. En la medida que la leche vegetal

utilizada como ingrediente base del dulce contenía mayor proporción de grano la aceptabilidad disminuyó.

En el análisis de penalidades sobre la aceptabilidad de los atributos de las preguntas CATA , se identificó como atributos impulsores de aceptabilidad el sabor a caramelo y el dulce ideal y como atributos que deterioran la aceptabilidad el sabor a grano, opaco, chicloso y poco dulce.

2.3 Discusión

La acidez de los dulces de leche vegetal fue mayor que la acidez de las correspondientes leches vegetales a partir de las cuales fueron preparados (datos de pH de leches vegetales no mostrados), lo cual puede ser atribuido al efecto producido por la evaporación del agua, al efecto del calor sobre la desnaturalización de las proteínas, las cuales pueden exponer sus grupos ácidos y a la formación productos de la reacción de Maillard los cuales pudieran ser naturaleza ácida (Chacón-Villalobos et al., 2013).

En este trabajo se encontró una variación del pH en los dulces de leche vegetal en el intervalo de 5,69 – 6,35, lo cual coincide con lo reportado por (Jacob et al., 2018) quien estudió dulces de leche de búfala.

De acuerdo con Francisquini et al. (2016), los valores de sólidos solubles alcanzados en este estudio, garantizan que durante el almacenamiento no se genere cristalización del azúcar, lo cual puede contribuir a desarrollar características indeseables de apariencia y textura, pudiendo afectar la aceptabilidad.

Se ha sugerido que los valores de sólidos totales sean aproximadamente 70%, con lo cual es posible alcanzar un contenido de humedad menor al 30%, de acuerdo con (Perrone et al., 2013), en este estudio se obtuvieron valores en el intervalo 71,6 – 80,6 %

Los resultados obtenidos en las determinaciones de parámetros de color en los dulces de leche, coinciden con lo esperado debido a la reacción de Maillard y los procesos de caramelización asociados con el dorado del dulce de leche (Leddomado et al., 2021).

Las diferencias de aceptabilidad, pueden atribuirse a la presencia de las características: adhesivo, amargo, chicloso, color oscuro, firme, gelatinoso, gomoso, olor extraño, opaco, poco dulce y sabor a grano; en las fórmulas obtenidas de leches con mayor proporción de grano, pudieran tener mayor contenido de almidón extraído, lo cual genera texturas más firmes y a la presencia de sustancias responsables del sabor descrito como “beany”, el cual, según Wang et al. (2018), es producido por aldehídos, cetonas, alcoholes, entre otros compuestos de bajo peso molecular, algunos de ellos producidos como resultado de la degradación de ácidos grasos linoleico y linolenico.

Para dulces de leche, Rodrigues et al. (2023) encontraron que los atributos impulsores de la aceptabilidad, obtenidos a través de las metodologías CATA y clasificación de preferencia (*Preference sorting*), fueron: color marrón, cremoso, uniforme, sabor y aroma a leche, sabor a leche enlatada, aroma a leche enlatada y dulce equilibrado, lo cual coincide con lo obtenido en este trabajo.

3. CONCLUSIÓN

El estudio de consumidores reveló diferencias significativas en la aceptabilidad sensorial de los dulces de leche obtenidos a partir de las diferentes leches vegetales, encontrándose que la proporción de grano en la leche vegetal influye en la percepción sensorial del producto final. Se identificaron atributos sensoriales que impulsaron la aceptabilidad de los dulces de leche vegetal, lo que proporciona información valiosa para la formulación de productos veganos atractivos para los consumidores. Este estudio demostró que los extractos solubles en agua a base de granos de frijol (leche de frijol), pueden ser una alternativa prometedora para el desarrollo de dulce de leche vegano, con características sensoriales adecuadas y características fisicoquímicas comparables con productos reportados en la bibliografía. Sin embargo, se deben realizar más optimizaciones futuras, para mejorar la percepción sensorial y determinar la vida útil. Tomando en consideración que el dulce obtenido es un producto no lácteo, el mismo potencialmente puede contribuir positivamente a la salud del de los consumidores. Además, el desarrollo de productos a base leguminosas puede contribuir a estudios sobre la aplicación de tecnologías novedosas y experimentos a gran escala con bebidas vegetales.

REFERENCIAS

- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Méndez-Rojas, S. G. (2013). Efecto de la proporción de leche bovina y caprina en las características del dulce de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 149-167.
- Craig, W., & Brothers, C. (2022). Nutritional Content of Non-Dairy Frozen Desserts. *Nutrients*, 14(19), 4150. <https://doi.org/10.3390/nu14194150>
- De Souza Carvalho, B., Pereira, M., Goncalves, D., Campos, L., Ferreira, N., Rocha, G., & Caliari, M. (2017). Perfil sensorial e físico- químico do doce de leite com pequi (Caryocar brasiliense Camb). *Global Science and Technology*, 10(1), 128-135.
- FAOSTAT. (2022). *Crops and livestock products* [dataset]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- Francisquini, J. d' Almeida, Oliveira, L. N. de, Pereira, J. P. F., Stephani, R., Perrone, I. T., & Silva, P. H. F. da. (2016). Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físico-químicos e análise de textura em doce de leite. *Revista Ceres*, 63(5), 589-596. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663050001>
- Jacob, V. R., Roque, C. M., Lima da Silva, A. do S., Neves, K. A. L., & Otani, F. S. (2018). Aspectos de qualidade físico-química de doce de leite de búfalas da raça murrah, a partir de leite fresco e armazenado. *Revista Agroecossistemas*; v. 9, n. 2 (2017)DO - 10.18542/ragros.v9i2.5122. <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/5122>
- Jia, W., Guo, A., Zhang, R., & Shi, L. (2023). Mechanism of natural antioxidants regulating advanced glycosylation end products of Maillard reaction. *Food Chemistry*, 404, 134541. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134541>

- Kahraman, E., Dağlıoğlu, O., & Yilmaz, İ. (2023). Physicochemical and sensory characteristics of traditional Kırklareli meatballs with added cowpea (*Vigna unguiculata*) flour. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00120-1>
- Leddomado, L. S., Silva, R., Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Ramos, G. L. P. A., Freitas, M. Q., Duarte, M. C. K. H., Neto, R. P. C., Tavares, M. I. B., Pimentel, T. C., Silva, P. H. F., Raices, R. S. L., Silva, M. C., Cruz, A. G., & Esmerino, E. A. (2021). Technological benefits of using inulin and xylooligosaccharide in dulce de leche. *Food Hydrocolloids*, 110, 106158. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106158>
- Maskan, M. (2001). Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48(2), 169-175. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00154-0)
- Munekata, P., Domínguez, R., Budaraju, S., Roselló-Soto, E., Barba, F., Mallikarjunan, K., Roohinejad, S., & Lorenzo, J. (2020). Effect of Innovative Food Processing Technologies on the Physicochemical and Nutritional Properties and Quality of Non-Dairy Plant-Based Beverages. *Foods*, 9(3), 288. <https://doi.org/10.3390/foods9030288>
- Norma COVENIN 367-75. (1975). *Norma Venezolana. Leche y sus derivados. Determinación de la densidad relativa*. Ministerio de Fomento. http://www.ydylstandards.org.cn/static/down/pdf/NORVEN%20367-1976_4375.pdf
- Norma COVENIN 658-1997. (1997). *Norma Venezolana. Leche y sus derivados. Determinacion de la acidez titulable*. (3ra. Revisión). Fondonorma.
- Norma COVENIN 924-1983. (1983). *Norma Venezolana. Frutas y productos derivados. Determinacion de solidos solubles por refractometria*. (1ra. Revisión). Fondonorma.
- Norma COVENIN 932-1997. (1997). *Norma venezolana. Leche y sus derivados. Determinación de sólidos totales*. Fondonorma.
- Norma COVENIN 1300-77. (1977). *Norma Venezolana. Determinación de viscosidad de frutas y derivados*. Ministerio de Fomento.
- Norma COVENIN 1315-1979. (1979). *Norma Venezolana. Alimentos. Determinacion del pH. (acidez ionica)*. Fondonorma.
- Perrone, Í. T., Stephani, R., Neves, B. dos S., Sá, J. F. O. de, & Carvalho, A. F. de. (2013). ATRIBUTOS TECNOLÓGICOS DE CONTROLE PARA PRODUÇÃO DO DOCE DE LEITE. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*; v. 67, n. 385 (2012)DO - 10.5935/2238-6416.20120022, 67(385). <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20120022>
- Rodrigues, J. F., Amorim, K. A., de Souza, V. R., Nogueira, A. C. R., & Pinheiro, A. C. M. (2023). Preference sorting versus Check-All-That-Apply on sensory drivers of liking determination: A complementary study assessing dulce de leche. *Journal of Sensory Studies*, 38(6), e12884. <https://doi.org/10.1111/joss.12884>
- Wang, S., Chelikani, V., & Serventi, L. (2018). Evaluation of chickpea as alternative to soy in plant-based beverages, fresh and fermented. *LWT*, 97, 570-572. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.067>

Evaluación del potencial uso de los Lodos de Vinaza de la C.A. Destilería Yaracuy como abono orgánico

Daniel Alfonso Abreu Puche, María Alejandra Rodríguez

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

dabreu@correo.unimet.edu.ve

Abstract: El presente trabajo de investigación, propone estudiar los lodos de vinaza originados en la C.A. Destilería Yaracuy a través del análisis fisicoquímico y el establecimiento una prueba de campo en cultivos de Lechuga Romana con el objetivo de constatar su potencial como abono orgánico y mejorador de suelos. De igual forma se establece un proceso que permite obtener un producto orgánico a partir de la vinaza el cual capaz de aportar nutrientes a los cultivos. Con ello se reutiliza un material considerado un subproducto del proceso en la producción de etanol lo que puede generar ingresos alternos a la empresa, y se promueve la práctica de una economía circular además de reducir un potencial riesgo ambiental.

Keywords: Lodos de vinaza; abono; remediador de suelos; economía circular; contaminación; recuperación.

1. INTRODUCCIÓN

La vinaza es un subproducto del proceso industrial de fermentación y destilación alcohólica de la melaza de caña de azúcar. Se caracteriza por ser un líquido de color marrón con alta cantidad de sólidos suspendidos y altas concentraciones de electrolitos disueltos... “destacan sustancias inorgánicas como el potasio y el calcio” (García y Rojas, 2006). Por otra parte, su alto contenido de materia orgánica la convierten en un potencial contaminante (Montenegro, et al. 2009), ya que cuenta con una demanda química de Oxígeno (DQO) entre 60 y 70 g/L y un pH ácido alrededor de 4 (Lezcano y Mora, s.f.). La DQO indica que los microorganismos propios del residuo requieren una gran cantidad de oxígeno para lograr oxidar la materia orgánica presente y debido a esto es considerada un material de alto riesgo de contaminación ambiental. Arcila (2017) argumenta que cuando la vinaza es vertida sin tratamiento previo en los cuerpos de agua cercanos a las destilerías, disminuye la transparencia de las aguas y la actividad fotosintética por el bloqueo de los rayos solares causando deterioro a la vida acuática, agotando el oxígeno disuelto y ocasionando la eutrofización. Sin embargo, autores como Zúñiga y Gandini (2013) exponen que la vinaza no debe ser considerada como un contaminante. El error está en su inadecuada disposición y tratamiento, además de no tomar en cuenta su potencial uso como subproducto del proceso de producción de etanol, el cual tiene una gran utilidad económica y social. En la mayoría de los casos las industrias optan por almacenarla en grandes lagunas de estabilización donde los compuestos orgánicos son degradados.

En la industria, uno de los inconvenientes más importantes radica en que la vinaza se produce en grandes cantidades. En la planta se observó que por cada litro de alcohol se

generan en promedio 15 litros de vinaza, los cuales son destinados a lagunas de estabilización (ver Figura 1) cuyo objetivo es que los sólidos sean separados por decantación (Vargas, 2019).



Figura 1. Visualización de las lagunas de vinaza.

En estas lagunas, la materia orgánica se descompone por medio de procesos aerobios y anaerobios (Vargas, 2019), originando los lodos de vinaza. Debido a las grandes cantidades de vinaza producidas y la reducción del volumen útil de almacenamiento en las lagunas, lo que representa un potencial peligro ambiental, la empresa ha planteado extraer los lodos de vinaza para incrementar su capacidad de almacenamiento; sin embargo, este proceso implica altos costos logísticos y operativos.

A pesar de la problemática que presenta la vinaza, sus propiedades pueden brindar a los suelos una gran variedad de nutrientes necesarios para su recuperación. Gómez (1995) afirma que la vinaza podría sustituir hasta el 55% del nitrógeno, 72% de fósforo y el 100% del potasio.

Considerando la problemática de la disposición de la vinaza en lagunas y su potencial característica contaminante surge la inquietud de evaluar si es posible el aprovechamiento de los lodos de vinaza de la C.A. Destilería Yaracuy como abono orgánico. Subiros (2000) indica que la composición química de la vinaza puede variar de acuerdo a la naturaleza de la materia prima utilizada en el proceso, las condiciones climáticas, el proceso de elaboración de alcohol, el método de fermentación, el tipo de levadura, entre otros, por lo que es importante conocer el perfil fisicoquímico de las vinazas producida con el objetivo de determinar técnicas orientadas a obtener un producto útil como regenerador, enriquecedor o reparador de suelos para cultivo.

En función a lo descrito anteriormente se propone evaluar el potencial uso como abono orgánico de los lodos de vinaza procedentes de las lagunas de estabilización de la C.A. Destilería Yaracuy, a partir de la caracterización fisicoquímica, realización de pruebas de campo en un cultivo de alta rotación, y estableciendo una propuesta para obtener un producto comercial a partir de los lodos de vinaza.

2. ESTUDIO

2.1. Metodología

Para demostrar la factibilidad de aplicación de los lodos de vinaza, se diseñó un experimento considerando un cultivo de alta rotación como lo es la lechuga (*Lactuca sativa L. var. Longifolia*) en suelos con propiedades no aptas para la siembra, con el fin de comparar el desarrollo del cultivo con aplicaciones de abono, lodos de vinaza de la destilería y una muestra testigo sin ningún tipo de aporte nutritivo. De esta manera se busca comprobar su potencial como un abono orgánico para posteriormente plantear un proceso que permita procesar los lodos de vinaza en un producto comercial práctico, aplicando a su vez el concepto de economía circular, la cual basa su concepto en la disminución del uso de recursos, reducción de la producción de residuos y reorientación productiva de los países. (Fundación para la economía circular, 2017). Cabe destacar que la lechuga es una planta anual que tiene un tiempo de cultivo que oscila entre los 60 y 90 días (Infoagro, 2003). Para llevar a cabo la etapa experimental, se establecieron tres fases.

Fase I: Análisis fisicoquímico de la vinaza. La destilería facilitó los últimos análisis elementales realizados a dos muestras de lodos de vinaza, con el fin de analizar los componentes presentes. El análisis elemental de los lodos de vinaza se considera una herramienta vital para definir la realización del experimento en campo.

Fase II: Factibilidad técnica del empleo de los lodos de vinaza como abono orgánico.

Con este fin se llevó a cabo una prueba de campo, aplicando determinadas cantidades de lodos de vinaza en suelos destinados a cultivos de alta rotación, de modo de lograr evidenciar si existe influencia significativa de los lodos en el desarrollo del cultivo. Esta fase se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Producción Socialista General Prudencio Vásquez, el cual es un centro agropecuario promovido por la Gobernación del Estado Yaracuy para el estudio y desarrollo de cultivos ubicado en la población de Cumaripa, estado Yaracuy. Este centro se especializa por la siembra de cultivos de alta rotación en el que destaca la Lechuga Romana (*Lactuca sativa L. var. Longifolia*). Se realizaron estudios bibliográficos sobre las necesidades nutricionales de esta planta y se llegó a la conclusión de que los lodos de vinaza podrían aportar los nutrientes requeridos y otorgar resultados prometedores que permitan comprobar los objetivos de la investigación. Por otra parte, se logra determinar que los suelos del centro son predominantemente salinos y complejos para el desarrollo cultivos, lo que permite evidencias las bondades de la vinaza como mejorador. En la Figura 2, se presenta el esquema del desarrollo experimental.



Figura 2. Esquema experimental.

El centro Prudencio Vásquez ofreció un antiguo invernadero como área de cultivo, el cual está constituido por once camellones de cultivo, de los cuales diez camellones contaron con las concentraciones de lodos de vinaza definidas en las variables de estudio, permitiendo tres repeticiones por experimento. Se dispuso de un camellón el cual fue dividido por la mitad para en una parte aplicar una dosis de abono comercial NPK triple 15 y en la otra parte se destina como testigo sin ningún tipo de aporte nutricional con el objetivo de ver el impacto del suelo en el cultivo y así poder tener un punto de comparación entre las pruebas. En la figura 3, se presenta la distribución del experimento en los camellones.



Figura 3. Distribución de los camellones en la fase experimental. a) Esquema. b) Imagen.

Se realizó un análisis experimental del tipo factorial 2^n con “n” igual al número de factores seleccionados y 2 los niveles de los factores considerados, uno alto y uno bajo (Restuccia, 2019). Con el fin de ofrecer confiabilidad al diseño experimental y asegurar una mayor precisión en los resultados, se realizaron de tres repeticiones por prueba.

Los factores considerados en el estudio fueron: a) concentración de lodos de vinaza (C1, C2), y b) tiempo de cultivo (T1, T2). El tiempo de cultivo es uno de los factores más importantes ya que en él se refleja el proceso de desarrollo de la planta. En la Tabla 1, se presentan los niveles considerados para los factores del diseño experimental.

Factor	Nivel			
	Alto	Identificación	Bajo	Identificación
Concentración de lodo de vinaza (kg lodo/m ²)	2,52	C2	1,88	C1
Tiempo de cultivo (días)	30	T2	15	T1

Tabla 1. Niveles establecidos para los factores considerados.

Las variables de respuesta son el resultado de la variación de los factores establecidos. En ellas se ve reflejado el resultado de las pruebas y se fueron seleccionadas las que sirven de

guía para determinar las variaciones en el desarrollo del cultivo; para el diseño experimental planteado se trabajó con las siguientes variables de respuesta: 1) peso de la planta, 2) largo de hojas, 3) ancho de hojas, 4) largo de raíz, y 5) número de hojas.

Antes de iniciar el experimento, se dejó reposar el terreno durante 15 días luego de haber agregado las cantidades de lodos de vinaza determinadas permitiendo al mismo por medio de procesos biológicos asimilar los nutrientes. Una vez transcurrido el tiempo, se realizó la siembra de las plántulas de lechuga dando inicio al experimento. Transcurridos 15 días de haber sembrado las plántulas de lechuga comenzó la toma de muestras de los camellones correspondientes a T1, extrayendo 5 plantas por camellón de forma aleatoria. El mismo procedimiento se llevó a cabo 30 días después de la siembra, tiempo correspondiente a T2. Extraídas las muestras de las plantas, se procedió a realizar la recolección de datos utilizando una balanza electrónica y un vernier como instrumentos de medición de las variables de respuesta; se utilizó el software Infostat para realizar el análisis de la varianza utilizando el método de comparación LSD Fisher (Minitab, 2019).

Fase III: Propuesta de proceso para la producción de un producto a partir de los lodos de vinaza. Contempla proponer ideas para procesar los lodos de la vinaza de la C.A. Destilería Yaracuy de manera que se pueda materializar un producto agrícola orientado al desarrollo de los cultivos.

2.2. Resultados

Con base en los análisis fisicoquímicos, se logró determinar que los lodos de vinaza poseen una gran variedad y cantidad de macro y micronutrientes destacando concentraciones de potasio (5529-15780 mg/kg), fósforo (1438-2533 mg/kg) y calcio (27864-118650 mg/kg), elementos que pueden generar un balance importante de nutrientes para el desarrollo de cultivos. Un pH de 3,8 el cual se acerca a los valores consultados en la bibliografía, de entre 3,5 y 4,5 (García y Rojas, 2006).

En los resultados de la prueba experimental, se utilizaron letras con el fin de agrupar los resultados según las diferencias significativas teniendo en cuenta que grupos con letras iguales no tienen diferencias significativas entre sí, para la hipótesis planteada: "Todas las pruebas presentan igual rendimiento".

En la Tabla 2, se presentan los resultados del análisis estadístico, donde se aprecia que en los experimentos donde aplicaron dosis de lodos de vinaza, a T1, C1 y C2 no presentan diferencias significativas entre ellas. Pero a medida que transcurre el tiempo hasta T2 el rendimiento de C1 fue visiblemente mejor al de C2. También se aprecia que la concentración C1 no tuvo diferencias significativas con la prueba con aplicación de abono por lo que tuvo un excelente rendimiento.

Prueba T1	C1T1		C2T1		Testigo		Abonada	
Peso de la hoja	Hipótesis Rechazad a Aceptada	Resultado B A	Hipótesis Rechazad a Aceptada	Resultado B A	Hipótesis Rechazad a Aceptada	Resultado AB A	Hipótesis Rechazad a Aceptada	Resultado A A
Largo de la hoja								
Ancho de la hoja	Rechazad a	B	Rechazad a	B	Rechazad a	B	Rechazad a	A
Largo de la raíz	Aceptada	A	Aceptada	A	Aceptada	A	Aceptada	A
Número de hojas	Rechazad a	B	Rechazad a	B	Rechazad a	AB	Rechazad a	A
Prueba T2	C1T2		C2T2		Testigo		Abonada	
Peso de la hoja	Hipótesis Rechazad a	Resultado AB	Hipótesis Rechazad a	Resultado B	Hipótesis Rechazad a	Resultado B	Hipótesis Rechazad a	Resultado A
Largo de la hoja	Rechazad a	A	Rechazad a	AB	Rechazad a	B	Rechazad a	A
Ancho de la hoja	Aceptada	A	Aceptada	A	Aceptada	A	Aceptada	A
Largo de la raíz	Aceptada	A	Aceptada	A	Aceptada	A	Aceptada	A
Número de hojas	Rechazad a	AB	Rechazad a	AB	Rechazad a	B	Rechazad a	A

Tabla 2. Resultados de análisis de la varianza, método de comparación LSD Fisher.

Se complementa el análisis estadístico empleando el programa Minitab con el objetivo de elaborar gráficas de contorno de las variables de respuesta para mejorar la observación y comparación de las pruebas C1 y C2 durante todo el tiempo del experimento. Las gráficas de contorno considerando los factores indicados en las variables de respuesta: peso, largo y número de hojas en función del tiempo muestran diferencias significativas entre los factores del estudio (ver Figura 4).

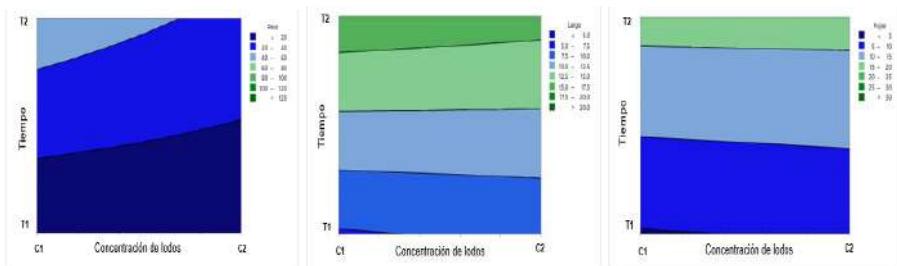


Figura 4. Gráficas de contorno de tiempo en función de la concentración. a) peso de la hoja. b) largo de la hoja. c) número de hojas.

Se observó durante el desarrollo de la prueba experimental, que las plantas a las cuales se le agregó la dosis de abono comercial presentaron un rendimiento notablemente mejor que el resto de las pruebas, demostrando que el abono es imprescindible para el eficiente desarrollo de este cultivo. Por otra parte, debido a las pobres condiciones del suelo, las plantas que fueron sembradas sin ningún tratamiento previo del suelo obtuvieron en su mayoría resultados significativamente inferiores, donde para la prueba a T2 solamente se evaluaron cuatro de las cinco plantas previstas ya que el resto de las que se habían sembrado murieron.

Al analizar los resultados de las pruebas y compararlos con el análisis de la varianza se logró determinar que las pruebas de concentración C1 (1,88 kg/m² de lodos) presentaron un mejor rendimiento en todas las pruebas al obtener diferencias significativas en comparación a C2 (2,52 kg/m² de lodos) en relación con el peso de planta y largo de hojas. Cabe destacar que la prueba C1 con base en el análisis fisicoquímico, aporta el 100,0% del potasio requerido por la planta y el 74,6% del fósforo; mientras que C2 aporta un exceso equivalente a 34,0% de potasio requerido por la planta y el 100,0% del fósforo. En la tabla 3 se presenta la comparación de las diferencias significativas entre las pruebas C1 y C2.

Variable	T1	T2
Peso	Sin diferencias	C1 diferencias significativas
Largo de la hoja	Sin diferencias	C1 diferencias significativas
Ancho de la hoja	Sin diferencias	Sin diferencias
Largo de la raíz	Sin diferencias	Sin diferencias
Número de hojas	Sin diferencias	Sin diferencias

Tabla 3. Comparación de las diferencias significativas entre las pruebas C1 y C2

Estos resultados destacan que los lodos de vinaza aumentan los niveles de potasio en el suelo; en el caso de estudio el potasio se encontraba con valores elevados, lo que podría traer inconvenientes en la absorción de elementos como el fósforo y el nitrógeno. Un aporte extra de fósforo como el que aporta C1 puede complementar los niveles existentes en el suelo, sin comprometer el desarrollo del cultivo. Por estas razones C1 logró obtener mejores resultados.

En consecuencia, las pruebas utilizando lodos de vinazas a C1 dieron resultados efectivos en cuanto al desarrollo del cultivo, demostrando que, ante un suelo pobre en nutrientes, puede actuar como mejorador al aportar parte de los nutrientes que requiere un determinado cultivo. Por otra parte, los lodos de vinaza actúan como un promotor de la actividad biológica del suelo lo que favorece procesos como fijación de nitrógeno por parte de la planta y hacer solubles elementos como el fósforo para que la planta los absorba fácilmente, así como también mejora el crecimiento de las raíces. Por lo que, con las pruebas realizadas fue posible determinar la concentración de lodos que genera un mejor impacto en el cultivo de lechuga, aclarando la visión de la manera en la que la vinaza actúa para este cultivo.

Determinada la utilidad que otorgan los lodos de vinaza al cultivo de la lechuga, se realizó una propuesta para desarrollar un producto que fuera práctico, mejorando por una parte las condiciones productivas del suelo y por otra, las operativas de la destilería de etanol, aportando un elemento para lograr una economía circular.

Debido a las características físicas de los lodos de vinaza no es fácil su aplicación en los suelos, por lo tanto, se propuso un proceso que permita obtener un producto de fácil manejo, disposición y empaquetamiento, bajo la premisa de que no altere la composición del lodo de la vinaza. Se establece, por lo tanto, un proceso para la peletización de los lodos de la vinaza. En la figura 5, se presentan imágenes de este proceso y del producto final obtenido.



Figura 5. Proceso de peletización y producto final, de los lodos de la vinaza.

3. CONCLUSIÓN

Los lodos de vinaza pueden propiciar el buen desarrollo de un cultivo, ya que cuentan con elementos en altas concentraciones, como potasio, fósforo y calcio, por lo que se puede considerar su aplicación como complemento al abono orgánico. Estos lodos ayudan a mejorar las condiciones del suelo con problemas de salinidad, promoviendo el desarrollo de un cultivo de alta rotación como el de la lechuga (*Lactuca sativa L. var. Longifolia*), lo que permite catalogarlo como un mejorador de suelos. Se demuestra que la aplicación de lodos de vinaza genera un impacto positivo como mejorador de las condiciones del suelo, aportando elementos que facilitan la absorción efectiva de nutrientes por parte de la planta y mejorando a su vez las condiciones físicas del suelo. Se propone peletizar los lodos de vinaza para ser comercializados como producto mejorador de suelos, lo cual aporta una solución de manejo de un potencial problema ambiental en las destilerías. Finalmente, al mejorar las condiciones del suelo, mejora su fertilidad, abriendo la posibilidad de reducir las cantidades de fertilizante químico, por lo que el aprovechamiento de lodos de vinaza como un producto mejorador de suelos puede promover el desarrollo de un proyecto centrado en la economía circular.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a la Universidad Metropolitana y al equipo de la Gerencia de Protección Ambiental de la C.A. Destilería Yaracuy por abrir la oportunidad de llevar a cabo el proyecto. Al Ing. Alfonso Puche por ser apoyo y guía en el desarrollo del proyecto. A la Ing. Iraima Centeno y al Centro Prudencio Vásquez, por su apoyo durante el desarrollo de las distintas pruebas. Al Ing. Héctor Bastidas y familia por brindar su apoyo e instalaciones para obtener el producto final.

REFERENCIAS

- Arcila, A. (2017). Evaluación de la aplicación de vinazas en el suelo y su posible uso agrícola en las plantas de cilantro. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
<http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/4583/1/AArcila.pdf>
- Fundación para la economía circular (2017). Economía Circular.
<https://economiacircular.org/economia-circular/>
- García, A. Rojas, C. (2006). Posibilidades de uso de la vinaza en la agricultura de acuerdo a su modo de acción en los suelos.
http://www.tecnicana.org/pdf/2006/tec_v10_no17_2006_p3-13.pdf
- Gómez, J. (1995). Efecto de la vinaza sobre el contenido de potasio intercambiable en un suelo representativo del área cañera del valle del río Turbio. Venesuelos. p. 69-72.
- Infoagro. (2003). Hortalizas. El cultivo de la lechuga.
<http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Minitab. (2019). Soporte Minitab 18. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/multiple-comparisons/what-is-fisher-s-lsd-method/>
- Montenegro, S. Menjívar, J. Bonilla, C. Madriñán, R. (2009). Influencia de la aplicación de vinaza en actividad y biomasa microbiana en un Entic Dystropept y un Fluventic haplustoll del Valle del Cauca, Colombia. pp. 41-45
- Restuccia, S. (2019) Propuesta de optimización de los sistemas de lubricación de las vías transportadoras de botellas retornables de las líneas de envasado de Empresas Polar. Trabajo de grado. Universidad Metropolitana
- Subirós, F. (2000). El cultivo de la caña de azúcar. Segunda Edición. Editorial Universidad Estadal a Distancia. p. 362-364.
- Vargas, A. (2019). "Utilización de lodos provenientes de lagunas de estabilización de vinazas como enmienda de suelos en diferentes cultivos". Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.Cabudare. Venezuela.
- Zúñiga, V. Gandini, M. (2013). Caracterización ambiental de las vinazas de residuos de caña de azúcar resultante de la producción de etanol. p.125-131, Calí, Colombia.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49625661016>

Producción de un protector solar humectante con componentes naturales

**Adriana Calderón, Claudia Maurette, María Rodríguez,
Gerardo Martínez**

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

calderonsaputelli@gmail.com

Abstract: Se propone un estudio para la elaboración y el diseño del sistema de producción en Venezuela de un protector de rayos UV humectante que incluya componentes naturales. Para ello, mediante una matriz de criterios de selección, se analizaron los posibles componentes naturales que pudieran ser utilizados, en base a sus características y a los niveles de humectación; posteriormente, se seleccionaron los ingredientes activos y se elaboró la formulación de protector solar con características de humectabilidad y alta protección; se evaluaron las características y el desempeño de la formulación, a partir de análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales; se diseñó el sistema de producción ajustado a la fabricación del protector solar, en donde se analizaron los posibles proveedores, insumos, materia prima, equipos a utilizar, así como la mejor ubicación geográfica de la planta y su distribución interna (layout). Finalmente, se evaluó la factibilidad económica del proyecto para conocer su rentabilidad. Como resultados principales, la crema mostró altos niveles de protección solar y gran aceptación por los consumidores. Así mismo, el proyecto es rentable para su desarrollo.

Keywords: protector solar, componentes naturales, sistema de producción, diseño de planta, factibilidad técnica, estudio económico.

1. INTRODUCCIÓN

Los productos cosméticos poseen gran importancia en la vida cotidiana, puesto que son utilizados a diario por hombres y mujeres en todo el mundo. Es muy común, que incorporen sustancias químicas en sus fórmulas, buscando brindar gran variedad de propiedades; sin embargo, pueden contener componentes tóxicos, que al estar en contacto con la piel, pudiesen resultar perjudiciales para la salud. (Barra y Vivanco, 2016). Según el Ministerio de Salud Argentino (s.f.), existen químicos utilizados capaces de generar efectos nocivos a la salud, al estar en contacto con el organismo. Componentes tóxicos que se deben evitar, son los formaldehídos, algunos parabenos, parafina, hidroquinona, propilenglicol y fragancias sintéticas (Condoleo, 2021).

Skin Cancer Foundation (s.f.) establece que, los protectores solares ayudan a prevenir que los rayos ultravioleta (UV) penetren en la piel, reduciendo las quemaduras solares y el riesgo de padecer cáncer de piel. Al ser un producto de uso cotidiano, es de vital importancia la calidad de las sustancias que lo componen, razón por la que se busca incluir componentes naturales, como una alternativa viable, evitando el uso de elementos dañinos para la salud. Por esta razón, debe ser un producto que permita brindar protección y humectación a la piel, disminuyendo los efectos negativos que puede traer consigo; tales como, sensibilidad, afecciones cutáneas, irritaciones, alergias, entre otros. (Mesko et al., 2019)

En los últimos años, Venezuela atraviesa una fuerte crisis en todos los sectores económicos de la sociedad; sin embargo, Michele Giurdanella, CEO de Salvador Hairdressing, indica que el sector cosmético ha logrado mantenerse en el mercado, siendo aún una opción altamente rentable (Periódico El Emprendedor, 2018). Si bien el sector cosmético se ha popularizado en Venezuela, los cosméticos con ingredientes naturales, es una de las áreas poco explotadas en el mercado, lo cual brinda la oportunidad de introducir un producto con estas características.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, se decide desarrollar un proyecto bajo una visión emprendedora, con la idea de atender el mercado de protección solar humectante con componentes naturales que excluya de su formulación componentes que puedan ser tóxicos o irritantes para los usuarios. De igual forma se busca diseñar un sistema de producción para llevar a cabo la elaboración del protector solar humectante en Venezuela, estableciendo criterios de selección que permitan definir los componentes presentes en la formulación, estableciendo el protocolo de elaboración y realizando un estudio de mercado y de comercialización para el producto, que permita la evaluación de su factibilidad técnica y económica, de modo de contribuir a fomentar la producción nacional, incrementando el desarrollo comercial del país en el área cosmética.

2. METODOLOGÍA

El desarrollo del estudio implicó llevar a cabo ocho fases, las cuales se detallan a continuación.

Fase 1: Propuesta de formulación. Se diseñó el protocolo para la elaboración del producto, estableciendo cada uno de los procesos necesarios, clasificando los componentes en base a sus características físicas y químicas. Se realizó la selección de componentes utilizando una matriz de decisión multicriterio, tomando en cuenta el escrito de Tatiana Mosquera, llamado La Investigación en la Cosmética Natural (2015) se consideraron para componente natural: nivel de humectabilidad, rendimiento en la fabricación, manejabilidad, efectos tanto positivos como negativos que tiene en la piel, accesibilidad y precio. Se desarrolló el paso a paso para obtener la formulación deseada.

Fase 2: Realización y caracterización del producto. Se desarrolló la formulación del producto en el laboratorio, sustentado en el cumplimiento de las normas y especificaciones fisicoquímicas, realizando los cambios y ajustes necesarios para cumplir con cada una de las premisas y obtener la crema protectora. (BasicFarm, 2021).

Fase 3: Ejecución de protocolo de control de calidad. Obtenida la formulación final, se desarrolló el protocolo de control de calidad el cuál consistió en realizar 1) análisis fisicoquímicos de densidad, pH, estabilidad, evaluación de dispersión de gotas, estrés térmico y resistencia a la remoción, 2) análisis microbiológico de recuento de coliformes totales, 3) evaluaciones para determinar el nivel de protección solar, y 4) mediante una encuesta estructurada se realizó una prueba de aceptación sensorial. (Huici y Alonso, s.f.)

Fase 4: Comparación de propiedades con productos comerciales. Se evaluó el producto y se compararon sus propiedades con otros protectores solares producidos en Venezuela y disponibles en el mercado (muestra F y muestra Z); esto se realizó con el fin de hacer una verificación entre sus propiedades, permitiendo evaluar el desempeño y la calidad del

producto realizado con respecto a la competencia en el mercado venezolano. Para comparar las propiedades con productos comerciales, se realizaron las evaluaciones fisicoquímicas y sensoriales.

Fase 5: Análisis de mercado. Se aplicó una encuesta a través de la plataforma Google Formularios, a una muestra de la población del Área Metropolitana de Caracas proyectada para el año 2022, considerando un nivel de confianza del 95%, un porcentaje máximo de error de 5%, y una probabilidad de 0,50; con el fin de obtener información para estimar la demanda del producto y su comercialización en el mercado nacional.

Fase 6: Descripción del proceso productivo. Se creó y diseñó el proceso productivo del producto especificando los componentes, insumos, maquinaria, equipos necesarios e instalaciones para su correcto desarrollo, utilizando un modelo de decisión multicriterio para llevar a cabo la selección de proveedores de materias primas, equipos y maquinaria, considerando como criterios: calidad, precio, disponibilidad, plazo de entrega, dimensiones, funcionamiento y ubicación.

Fase 7: Diseño y factibilidad técnica de la propuesta. Se calculó la demanda potencial con el fin de obtener la capacidad de la planta, lo cual es base para el diseño de la planta productora del protector solar humectante con componentes naturales, incluyendo el correspondiente layout; se estableció la ubicación de la planta, el contacto con los proveedores de materia prima y equipos en el país, así como las tecnologías implementadas en el proyecto, lo que permite realizar la evaluación de la factibilidad técnica.

Fase 8: Estudio económico. Tomando en cuenta el estudio realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.), se realizó la evaluación del comportamiento del producto elaborado, analizando su rentabilidad y estableciendo su factibilidad económica. Se realizaron estudios económicos del proceso productivo que permitieron determinar si el proyecto es rentable o no, mediante indicadores como la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR), el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Selección de Componentes Naturales. Las cuatro opciones evaluadas en la matriz de selección dieron como resultado: aceite de coco con 3,85/5, aceite de aguacate con 3,55/5, aceite de almendra con 4,20/5 y manteca de karité de 4,30/5. Por lo tanto, se decide considerar la manteca de karité y el aceite de almendra como principales componentes naturales humectantes.

Formulaciones realizadas. A partir de los componentes y sus rangos de uso, se realizaron un total de 16 muestras de protector solar (ver Figura 1) donde se realizaron ajustes en la formulación hasta obtener el sensorial esperado en la Muestra final; esta muestra fue evaluada desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológico y sensorial.



Figura 1. Muestras formuladas.

Caracterización del protector solar y comparación con muestras del mercado. A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de Muestra final formulada junto a las Muestra F y Muestra Z, que pertenecen a dos protectores solares existentes en el mercado venezolano.

pH: Se deseaba obtener un pH ubicado dentro del rango ideal para formulaciones cosméticas ubicado entre 5,50 – 7,00. La Muestra final tuvo un pH de $6,79 \pm 0,07$, ubicándose dentro del rango de pH deseado, a diferencia de las muestras comerciales, donde la Muestra F tuvo un pH $3,91 \pm 0,05$ y la Muestra Z $7,19 \pm 0,05$.

Estabilidad: El resultado de ingresar la Muestra final en la centrífuga, a 3.000 rpm durante 10 minutos fue que la emulsión era estable, ya que no se observó separación de fases.

Factor de Protección Solar Estimado: Al ingresar en la plataforma web BASF los componentes que actúan como filtros solares y sus concentraciones, la Muestra final presenta un nivel de protección solar alto, con un SPF de 34,9.

Dispersión de Gotas: La Muestra final se observó en el microscopio para analizar la dispersión de las gotas en la emulsión presentando un tamaño de gota pequeño y homogeneidad, lo que le confiere alta estabilidad aparente.

Aspecto Físico: Las características presentes en la Muestra final fueron: color blanco, apariencia uniforme, consistencia cremosa, textura ligera, olor moderado y aplicación suave (adecuada).

Densidad: La Muestra final presentó una densidad de $1,05 \pm 0,02$ g/ml a 21 °C, valor que se encuentra dentro del rango de densidad para los productos cosméticos (1,00 a 1,10 g/ml).

Estrés Térmico: Se observó que la Muestra final sufrió leves alteraciones físicas ante los cambios drásticos de temperatura, esto se puede atribuir al método de mezclado manual utilizado el cual no es el más recomendado para la elaboración de emulsiones cosméticas.

Por otro lado, la Muestra Z sufrió los mayores cambios físicos, mientras que la Muestra F mostró ser la más estable.

Resistencia a la Remoción: Para lograr la remoción de la piel de la Muestra final se requirió entre 4 o 5 algodones impregnados con 1 mL de agua, mientras que la Muestra Z y la Muestra F requieren de menor cantidad de algodones, por ende, menos esfuerzo para lograr su remoción. Para evaluar la resistencia al agua se sumergió en agua por 5 min, el antebrazo con una porción de cada una de las muestras; se observó que la Muestra final sufrió pocos cambios físicos y mantuvo su estado, mientras que la Muestra Z y la Muestra F presentaron muy poca resistencia al agua debido a que se observó menor cantidad de producto en la zona aplicada.

Análisis Microbiológicos: Para el recuento de coliformes totales en los tubos que fueron incubados por 48 horas, no se observó formación de gas o turbidez por lo que el resultado es negativo para la presencia de coliformes totales.

Aceptación Sensorial: Se realizó una prueba de aceptación sensorial con la finalidad de evaluar el desempeño de la Muestra final formulada, la cual obtuvo resultados sobresalientes en términos de color, olor, aplicación y apariencia. La muestra Z obtuvo resultados insuficientes en términos de olor y color, y resultados aceptables en aplicación y apariencia; la muestra F obtuvo resultados aceptables.

Evaluación de Protección Solar: De la evaluación *in vivo* de la protección solar de las distintas muestras, se observó que la zona de la piel sin producto se enrojeció al estar expuesta a los rayos solares, a diferencia de la zona en la cual se aplicó la Muestra final, por lo que la muestra formulada cumple con la premisa de brindar protección solar. La zona de la piel donde se aplicó la Muestra F se encontró con mayor enrojecimiento que las demás, indicando que esta zona sufrió una quemadura solar leve pero más intensa que la zona sin protección; la Muestra Z tuvo un desempeño regular, ya que la zona de la piel donde se aplicó se notó protegida al observarse la piel más clara comparada con el resto del antebrazo (ver Figura 2).



Figura 2. Prueba *in vivo* para el FPS en las diferentes muestras de protectores solares.

Sondeo de Mercado

Con el fin de estudiar a los posibles consumidores de la empresa, se realizó una encuesta virtual, la cual permitió el análisis de los clientes y del mercado al cual se quiere dirigir el producto. La encuesta se realizó a un total de 392 personas, obteniendo como resultados

más resaltantes que el 82% de los encuestados indicó resultados positivos ante la adquisición del protector solar formulado.

Al realizar el estudio de mercado, se obtuvo que la crema solar protectora va dirigida a hombres y mujeres residentes en el Distrito Metropolitano en un rango de edades entre 15 y 65 años de edad, tomando en cuenta un 82,4% de aceptación, por lo que se puede estimar que los clientes potenciales para la nueva empresa de crema solar humectante serían de 1.973.758 personas.

Factibilidad técnica del proyecto

La selección de proveedores es una decisión estratégica que influye directamente en la calidad y presentación del producto. Se debe seleccionar de forma adecuada la materia prima con la que se elabora el protector solar, el empaque para su presentación, así como cada uno de los equipos que se encuentran dentro del proceso productivo.

El proceso productivo se dividió en cinco etapas: 1) Procesos de recepción, inspección y almacenamiento de la materia prima, 2) Proceso de pesado, 3) Proceso mezclado, 4) Procesos de envasado, etiquetado y control de calidad, 5) Proceso de almacenaje de producto terminado.

Tomando en cuenta el proceso productivo planteado, se estimó la producción anual de 98.688 a partir de una demanda estimada del 5%, utilizando el cálculo de la capacidad de producción, tomando en cuenta el tiempo de producción de un producto y la cantidad de productos que los clientes adquieran durante un año.

Con el fin de realizar la distribución de la planta, se tomó en cuenta cada una de las etapas de elaboración del proceso, así como las áreas pertinentes, equipos, materiales, y la distribución del personal en sus puestos de trabajo, con los equipos y el espacio necesario que requieren para el cumplimiento de sus funciones.

Rentabilidad del proyecto.

El estudio de factibilidad económica se realizó para un alcance de cinco años, despreciando el porcentaje de inflación y trabajando a gastos constantes. Así mismo, para la evaluación económica financiera, se consideran en la evaluación los indicadores financieros de TMAR, VPN y TIR, los cuales ayudan en el análisis de la situación financiera actual del negocio y orientan en la toma de decisiones estratégicas. Los valores obtenidos para los indicadores en el estudio económico, se indican a continuación.

- Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)	100,36%
- Valor Presente Neto (VPN)	\$127.960,43
- Tasa Interna de Retorno (TIR)	297,06%

Dados los resultados positivos se demuestra que el proyecto planteado es rentable.

A continuación, en la Figura 3, se muestra la presentación del producto terminado.



Figura 3. Producto final

4. CONCLUSIÓN

Es técnica y económicamente viable la producción de un protector solar humectante de alta protección, ideal para todo tipo de pieles, que incluya componentes naturales como la manteca de karité y el aceite de almendras dentro de su formulación, quienes aportan un alto nivel de humectación, lo que brinda un aspecto reluciente a la piel.

El protector solar formulado cumple con los parámetros establecidos en el protocolo de calidad para sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales mostrando un mejor desempeño que muestras comerciales.

El sistema de producción plantea el establecimiento de una empresa equipada, eficaz y eficiente, capaz de producir las cantidades necesarias de producto para satisfacer la demanda del 5% del mercado para el primer año, de los consumidores ubicados en el Área Metropolitana de Caracas.

El proyecto es rentable tomando en cuenta la inversión inicial con los activos tangibles e intangibles, el capital de trabajo, los costos operativos, los costos de nómina, la depreciación y amortización, así como la utilidad neta estimando el flujo de caja neto lo que permitiría recuperar la inversión inicial y aumentaría su valor en el tiempo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Metropolitana por permitir desarrollar el estudio en sus instalaciones. A la familia Selle Arocha, por la orientación en la fase experimental.

REFERENCIAS

- Acofarma (s.f.). Ficha de Información Técnica: Manteca de Karité. <https://formulasmagistrales.acofarma.com/idb/descarga/3/fd00518543b1e6ae.pdf>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2015). Efectos de la radiación UV en la salud. <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-de-la-radiacion-uv-en-la-salud>

Agencia de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (s.f.). Curso de Toxicología Para Comunidades.

https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/1/es_lectures.html

Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA). (2005). Guía de Estabilidad de Productos Cosméticos.
<http://antigo.anvisa.gov.br/documents/106351/107910/Gu%C3%A3a+de+Estabilidad+de+Productos+Cosm%C3%A9ticos/dd40ebf0-b9a2-4316-a6b4-818cac57f6de>

Barra, D. y Vivanco, G. (2016). Investigación y desarrollo gráfico de productos cosméticos.
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5784>

BasicFarm (2021). Qué son los análisis microbiológicos y qué tipos existen.
<https://basicfarm.com/blog/definicion-tipos-analisis-microbiologicos/>

Baumann, L. (2014). Skin Type Indicator.

https://www.researchgate.net/publication/288331555_Baumann_Skin_Type_Indicator_A_novel_Approach_To_Understanding_Skin_Type

Bolívar, G. (2020). Emulsión química: características, fases, tipos, ejemplos. Lifeder.
<https://www.lifeder.com/emulsion-quimica/>

Cáceres, P. (2006). Estudio comparativo de la capacidad humectante de la piel de activos cosméticos naturales respecto al aceite de emú utilizando el Corneometer® CM 825.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105544>

Cajigas, M., Ramírez, E., Ramírez, D. (2019). Capacidad de producción y sostenibilidad en empresas nuevas. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n43/a19v40n43p15.pdf>

Centro de Control y Prevención de Enfermedades. (2019). Radiación UV.
<https://www.cdc.gov/spanish/nceh/especiales/radiacionuv/index.html>

ChemicalSafetyFacts (s.f.a). Óxido de Zinc.

<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/oxido-de-zinc/>

ChemicalSafetyFacts (s.f.b). Dióxido de Titanio.

<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/dioxido-de-titanio/>

Condoleo, C. (2021). Cómo Identificar Los Ingredientes Tóxicos.

<https://vidaverde.co/ingredientes-toxicos-en-cosmeticos/>

Copovi, J. (2019). Tipos y Variedades de emulsiones cosméticas y para que se recomiendan.
<https://www.formaciononlinenutridermo.com/tipos-y-variedades-de-emulsiones-cosmeticas-y-para-que-se-recomiendan/>

Fernández, S (2014). Estudio del Sector Cosmético. Caso De Empresa y Oportunidades Comerciales En Latinoamérica. [Trabajo de titulación, Universidad de Córdoba].
<https://www.uco.es/idep/images/documentos/masteres/comercio-exterior-internacionalizacion/ejemplo-tfm-comercio.pdf>

Flor, J., Davolos, M. y Correa, M. (2007). Protectores solares.

<https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100027>

- Grajales, A., Serrano, E., Hahn, C. (2013). Los métodos y Procesos Multicriterio para la evaluación. <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321728584014.pdf>
- Huanca, S. (2019). Ingeniería del Proyecto. <https://www.scribd.com/document/420752850/Ingenieria-del-proyecto>
- Huici, A. y Alonso, R. (s.f.). Propiedades fisicoquímicas relevantes en la prevención del riesgo químico. https://www.inssst.es/documents/94886/326775/ntp_663.pdf/cd21d5e3-e5ea-4a10-a18f-a44acf45e16d?version=1.0&t=1528459633274
- Instituto Nacional de Estadística (2022). Proyecciones de población. http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=98&Itemid
- IsoTools (2015). ¿Qué son las normas ISO y cuál es su finalidad? <https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>
- Kaiyum, A. (2012). Standard Layout of an Industry. https://www.academia.edu/16700640/standard_layout_of_an_industry
- Mesko, M., La Rosa, D., Calderia, V., Henn, A., Moraes, E. (2019). Toxic and Potentially Toxic Elements Determination in Cosmetics Used for Make-up: A Critical Review. <https://sci-hub.do/https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.11.046>
- Ministerio de Salud Argentino. (s/f). Información General Sobre Sustancias Tóxicas e Intoxicaciones. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/generalidades-sobre-toxicos-intoxicaciones.pdf>
- Mosquera, T. (2015). La investigación en la cosmética natural. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19015/1/La%20investigacion%20de%20la%20cosmetica%20natural.pdf>
- Periódico El Emprendedor (2018). El mercado de la belleza en Venezuela revela oportunidades de inversión. <https://periodicoelemprendedor.com/ve/dinero/item/3265-mercado-de-la-belleza-en-venezuela-revela-oportunidades-de-inversi%C3%B3n.html>
- Skin Cancer Foundation (s/f). Acerca del Protector Solar. <https://cancerdepiel.org/prevencion/proteccion-solar/protector-solar-acerca-del-protector-solar>
- Universidad Nacional Autónoma de México (s.f.). Estudio económico-financiero. <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/cap3.pdf>
- Wilkinson, J. Moore, J. (1990). Cosmetología de Harry.

Revisión y evaluación de diferentes metodologías para la obtención de hidrógeno verde, a partir de la电解水 del agua

**Rosa María Rodríguez, Nancy Confortti, Gabriel da Silva,
Laura Urbina**

Universidad Metropolitana. Facultad de Ciencias. Departamento de Química. Terrazas del Avila, Caracas, Venezuela

rrodriguez@unimet.edu.ve nconfortti@unimet.edu.ve

Abstract: In this theoretical research work, the objective was to carry out an analysis and comparison of the different methods and technologies for producing green hydrogen, from the electrolysis of seawater. To achieve the objective, an extensive bibliographic review was carried out, which allowed establishing and choosing both the components (electrolyzers and electrocatalysts) of the systems used for the seawater electrolysis process, as well as the methods associated with it, taking into account possible corrosive processes involved. Indicators were analyzed, such as current density, stability, useful life time, to finally choose a comprehensive system where the following is selected: the external energy source: (solar cell), direct seawater (DES), as electrolyzer and the electrocatalyst: hybrid of Ni-NiO-Cr₂O₃ and a NiFe/NiS_x-Ni anode.

Keywords: Hydrogen, electrolysis, electrolyzer, electrocatalyst, corrosion, anode

Resumen: En este trabajo teórico, de investigación, el objetivo fue el llevar a cabo un análisis y comparación de los distintos métodos y tecnologías de producción de hidrógeno verde, a partir de la electrólisis del agua de mar. Para lograr el objetivo, se realizó una extensa revisión bibliográfica, que permitió establecer y escoger tanto, los componentes (electrolizadores y electrocatalizadores) de los sistemas utilizados para el proceso de electrólisis del agua de mar, así como los métodos asociados a ello, tomando en consideración posibles procesos corrosivos involucrados. Se analizaron indicadores, como densidad de corriente, estabilidad, tiempo de vida útil, para finalmente, escoger un sistema integral donde se selecciona: la fuente de energía externa: (celda solar), agua de mar directa (DES), como electrolizador y el electrocatalizador: híbrido de Ni-NiO-Cr₂O₃ y un ánodo de NiFe/NiS_x-Ni.

Palabras clave: Hidrógeno, electrólisis, electrolizador, electrocatalizador, corrosión, anodo

1. INTRODUCCIÓN

La preocupación por resolver problemas relacionados con la alta demanda energética y proteger el futuro del planeta, ha derivado en la sustitución de combustibles fósiles por

combustibles amigables con el medio ambiente, entre ellos, se encuentra el hidrógeno verde como fuente de energía. Hidrógeno verde es el nombre que se le da al hidrógeno que ha sido generado a partir de fuentes y energías renovables. Este sirve como combustible, ya que no contiene carbono en su interior y al ser utilizado, no genera CO₂, el gas responsable de efecto invernadero y que emite al quemarse, la mayoría de los combustibles fósiles. Es una fuente de energía limpia que solo produce vapor de agua y no deja residuos en el aire, a diferencia del carbón y el petróleo. El hidrógeno verde es el combustible del futuro, con una huella de CO₂ nula y representará una revolución en el sector de la energía (Aguado, et al 2021).

En términos de eficiencia, “el hidrógeno tiene el más alto contenido de energía por unidad de peso que cualquier otro combustible” (Henry, et al.1996) y por eso lo hace el perfecto candidato para el reemplazo de los combustibles convencionales.

De lo anteriormente mencionado se desprende que sería interesante manejar un método de producción de hidrógeno verde, como sería, por ejemplo, el asociado a la electrólisis del agua, con un enfoque hacia el agua de mar y que además utilice como fuente de energía, un recurso renovable, como por ejemplo celdas fotovoltaicas.

En el presente trabajo, se lleva a cabo una revisión y estudio de los métodos de producción de hidrógeno verde a partir de la electrólisis del agua, así como los electrolizadores, electrocatalizadores y las condiciones necesarias para cada proceso. Se analizan las dificultades relacionadas con la corrosión y se escogen los componentes adecuados que puedan soportar el proceso electrolítico para generar hidrógeno de una manera eficiente y sostenible en el tiempo.

¿Se justifica la escogencia de un método de producción de hidrógeno verde? La respuesta sería sí:

- Puede proveer energía suficiente para satisfacer una alta demanda.
- Su combustión no emite gases de efecto invernadero.
- Los métodos de producción pueden ser ambientalmente amigables, tanto desde el punto de vista del proceso como tal, como desde el punto de vista de las fuentes de energía utilizadas para llevar a cabo el proceso, como serían, por ejemplo, celdas solares o turbinas eólicas.

Con base a lo anteriormente expuesto se pretende responder la siguiente interrogante, ¿Cuál sería la mejor tecnología de electrólisis para producir hidrógeno verde?

2. TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE HIDROGENO

2.1 Proceso general

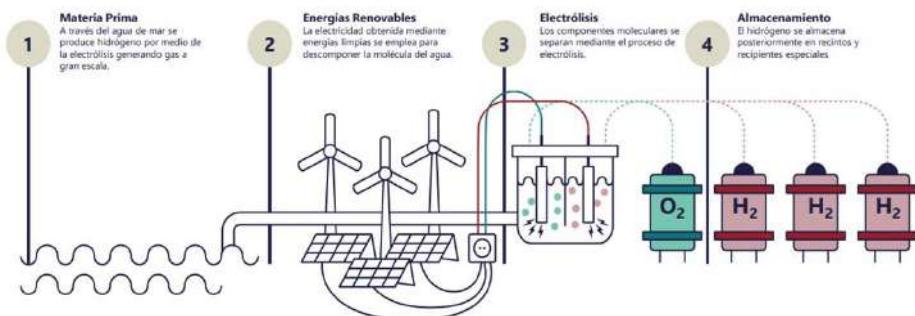


Figura 1. Proceso de producción de Hidrógeno verde. Fuente. Elaboración propia

2.2 En función de electrolizadores

Parámetros manejados para la producción de Hidrógeno	Electrolizadores Alcalinos	Electrolizador de membrana de intercambio protónico o de membrana polimérica (PEM)	Electrolizadores de óxido sólido (SOE)	Electrólisis directa del agua de mar (DES)
Alimentación	Agua líquida	Agua líquida pura	Vapor sobrecalegado	Agua de mar
Electrolito	Hidróxido de sodio o de potasio	Polímero sólido	Cerámica	Agua de mar
Temperatura	60°C-90°C	60°C-80°C	700°C-1000°C	20°C
Presión	Alrededor de 30 bares	Alrededor de 30 bares	Presión ambiente	Presión ambiente
Voltaje	Entre 1.7 y 1.8V	Entre 1.7 V y 1.8 V	1.3 V aproximadamente	Alrededor de 4 V

Densidad de corriente	Entre 100 mA/cm ² y 300 mA/cm ²	Alrededor de 1000 mA/cm ²	Más de 1000 mA/cm ²	10 mA/cm ² aprox.
Vida útil	100.000 horas con buen mantenimiento.	100.000 horas.	Pueden trabajar continuamente más de 10.000 horas.	10.000 horas.
Eficiencia eléctrica	67-79%	50-66%	84%	-
Consumo de energía (kWh/kg H₂)	47-66	47-63	37	50-53
Dinámica de reacción	Rápida	Muy rápida	Lenta	Rápida

Tabla 1. *Diferentes tecnologías de producción de hidrógeno, en función de los tipos de electrolizadores.*
Fuente: elaboración propia

2.3 En función de electrocatalizadores

HE Electrocatal.	Electro	η a -10 mA	Dur.	Estabilidad
NiRt	Agua de ma	~200		~90% Retenció
PtM	Agua de ma	254,6		91,93% de retención a
PtRu	Agua de ma	196 r		97,9% de retención a η c
Ni-NiO-	1 M KOH + 0	~160 mV a 50		Estabilidad robusta a η c
Co/N	Agua de ma (buffer p	250 r		Estabilidad razonable a η c

Tabla 2. *Electrocatalizadores para la producción de hidrógeno.* Fuente: elaboración propia

3. CONCLUSIÓN

El electrolizador directo del agua de mar es la tecnología más atractiva para la producción de hidrógeno.

El electrocatalizador escogido es el híbrido de Ni-NiO-Cr₂O₃ y con un ánodo NiFe/NiSx-Ni en agua de mar.

El método de producción de hidrógeno es electrólisis directa del agua de mar, utilizando una celda solar como fuente de energía.

REFERENCIAS

Aguado Molina Roque, José Luis Casteleiro Roca, Esteban Jove Pérez, Francisco

Zayas Gato, Héctor Quintián Pardo y José Luis Calvo Rolle (2021). *Hidrógeno y su almacenamiento: el futuro de la energía eléctrica*. Servicio de Publicaciones
<https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497985>.

Amikam G, et al., (2018) Chlorine-free alkaline seawater electrolysis for hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy* (2018),
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.02.082><https://www.aop.es/blog/2020/09/22/claves-hidrogeno-transicion-energetica/>

Chengzhong, W., Mingze, Z., Zhengyi, C., Ping, Z., Yunqing, C., Xiaoyong, X., Chunxiang, X., & Zongyou, Y. (2021). Heterogeneous bimetallic sulfides-based seawater electrolysis towards stable industrial-level large current density. *ScienceDirect*. Recuperado 15 de octubre de 2021, de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926337321001971>

Delpisheh M., Haghghi A., Athari H., Mehrpooya M. (2021). Desalinated water and hydrogen generation from seawater via a desalination unit and a low temperature electrolysis using a novel solar-based setup, *International Journal of Hydrogen Energy*,
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.215>

Gao, S., Guo-Dong, L., Yipu, L., Hui, C., Liang-Liang, F., Yun, W., Yang, M., Wang, D., Wang, S., & Xiaxin, Z. (2015). Electrocatalytic H₂ production from seawater over Co, N-codoped nanocarbons. *Nanoscale (RSC Publishing)*.
<https://doi.org/10.1039/C4NR04924A>

Henry, D. J., & Heinke, G. W. (1996). *Environmental Science and Engineering* (2nd ed.). Pearson.

Khan, M. A., Al-Attas, T., Roy, S., Rahman, M. M., Ghaffour, N., Thangadurai, V., Larter, S., Hu, J., Ajayan, P. M., & Kibria, M. G. (2021). Seawater electrolysis for hydrogen production: a solution looking for a problem? *Energy & Environmental Science*, 14(9), 4831–4839. <https://doi.org/10.1039/d1ee00870f>

Kuang, Y., Kenney, M. J., Meng, Y., Hung, W. H., Liu, Y., Huang, J. E., Prasanna, R., Li, P., Li, Y., Wang, L., Lin, M. C., McGehee, M. D., Sun, X., & Dai, H. (2019). Solar-driven, highly sustained splitting of seawater into hydrogen and oxygen fuels. *Proceedings*

of the National Academy of Sciences, 116(14), 6624–6629.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1900556116>

Li, H., Tang, Q., He, B., & Yang, P. (2016). Robust electrocatalysts from an alloyed Pt-Ru-M (M = Cr, Fe, Co, Ni, Mo)-decorated Ti mesh for hydrogen evolution by seawater splitting. *Journal of Materials Chemistry A*, 4(17), 6513–6520.
<https://doi.org/10.1039/c6ta00785f>

Liu, Z., Han, B., Lu, Z., Guan, W., Li, Y., Song, C., Chen, L., & Singhal, S. C. (2021). Efficiency and stability of hydrogen production from seawater using solid oxide electrolysis cells. *Applied Energy*, 300, 117439.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117439>

Nohlen, D. (2014). Ciencia política comparada: *El enfoque histórico-empírico* (1º ed; 1º imp ed.). Editorial Universidad de Granada

Sarno, M., Ponticorvo, E., & Scarpa, D. (2020). Active and stable graphene supporting trimetallic alloy-based electrocatalyst for hydrogen evolution by seawater splitting. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2019.106647>

Zhao, L., Beibei, H., Zhiyi, L., Wanbing, G., Yuanyuan, L., Changjiang, S., Liang, C., & Subhash, C. (2021). Efficiency and stability of hydrogen production from seawater using solid oxide electrolysis cells. *ScienceDirect*. Recuperado 20 de octubre de 2021, de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261921008308>

Zheng, J., Zhao, Y., Xi, H., & Li, C. (2018). Seawater splitting for hydrogen evolution by robust electrocatalysts from secondary M (M = Cr, Fe, Co, Ni, Mo) incorporated Pt. *RSC Advances*, 8(17), 9423–9429. <https://doi.org/10.1039/c7ra12112a>

CIENCIAS SOCIALES

El Estado Nacional frente al desarrollo histórico de crisis humanitarias

Carlos Felipe Castañeda Mejias

Dpto. de Ciencias Sociales. Universidad Simón Bolívar
ccastanedam@usb.ve

Abstract: There are several reasons to privilege studies on humanitarian crises. One of them is the proliferation of occurrences of humanitarian crises in various geographical contexts of the world. On the other hand, the concept of the national State, with its capabilities, sovereignty and borders, is modified or re-semanticized as a concept as a result of the suffering of a humanitarian crisis. Having said that, some of the study disciplines mentioned above, Political Science, which focuses part of its attention on the State and Power as categories of study, seek, describe and analyze other explanations about States with prolonged humanitarian crises, where the State does not end up being sovereign, nor can it have dominion over its territory and population as existential elements of the State itself. Additionally, as for emergency responses or international humanitarian aid in these cases, they do not seem to be sufficient to calm the structural crisis within the failed State. In this order of ideas, both humanitarian action coming from unilateral acts of other States, NGOs and International Organizations, with their different initiatives, seem to achieve an improvement in the humanitarian field. This research is based on a qualitative methodology of reviewing concepts, analyzing them in their historical context.

Keywords: State, Human Rights, Humanitarian crisis.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de Estado nación tiene una enorme centralidad dentro de varios ámbitos de las Ciencias Sociales, como por ejemplo: el Derecho, los Estudios Políticos, las Relaciones Internacionales, la Economía, entre otras. Sin embargo, este concepto de Estado ha venido transformándose con el pasar de los recientes años, de esta manera, el Estado dentro de la Unión Europea adquiere otra dimensión cuando delega competencias a órganos comunitarios europeos con carácter supranacional, la globalización hace posible que las fronteras soberanas de un país sean porosas frente a noticias, redes sociales, tendencias culturales provenientes de otros contextos geográficos, de igual modo, los riesgos que afronta el Estado nación ahora no son exclusivos de las guerras inter-estatales, pues hoy por hoy un conjunto de non-states actors también pueden hacer frente y competir con el Estado soberano en algunos ámbitos, como por ejemplo: grupos terroristas, delincuencia transnacional organizada por una parte, y organizaciones no gubernaturas y trasnacionales por la otra.

Por su parte, las crisis humanitarias poseen cada vez mayor relevancia en el contexto internacional. Precisamente por su carácter humanitario genera volatilidad dentro del periodismo internacional, pero sus tratamientos o paliativos parecen no poner fin al sufrimiento humano que padecen las poblaciones de estos países configurados como

Estados Fallidos o Estados Colapsados. De todo esto, queda como consecuencia la permanente violación de los Derechos Humanos de los habitantes de estos Estados.

Los Derechos Humanos son los derechos más universales, que consisten en el reconocimiento de la dignidad del ser humano. Dicha dignidad es un cúmulo de varias prerrogativas al mismo tiempo, como el derecho a la vida, a la salud, a la alimentación, agua, educación, seguridad, entre otras tantas. Hoy por hoy, la centralidad de los Derechos Humanos juega un papel preponderante en tanto en las relaciones políticas entre Estados, como en las relaciones jurídicas mediadas por tratados internacionales, y algunos países reconocen su existencia y jerarquía normativa dentro de sus Constituciones políticas.

En virtud de lo anterior, en la contemporaneidad existe una arquitectura internacional que prevé la protección y monitoreo casi constante de los Derechos Humanos, y esto implica la existencia de sistemas universales, como como regionales de protección de Derechos Humanos. Ahora bien, el respeto y disfrute efectivo de tales derechos es la regla general, no obstante, es común observar denuncias sobre violaciones a estos derechos, tanto en tribunales u organismos internacionales, como en la opinión pública internacional. Esto último, hace pensar de manera reiterada que los derechos más universales del ser humano se encuentran en retroceso, en contravención al principio jurídico de progresividad de los derechos.

2. ESTUDIO

2.1. Estado como concepto y Estado en crisis.

El Estado es una abstracción que formulamos, como dice el DREA, por medio de una operación intelectual para generar rasgos comunes y que trasladamos dichos rasgos a otros entes o elementos parecidos. En este sentido, tomo de la filosofía del ser de santo Tomás de Aquino, sus interpretaciones para aproximarla a la visión statocentrica o centrada en el Estado nacional. Tenemos así, *Esse*, verbo latino que se traducía como ser o estar, implica una a su vez la noción de existencia, es decir, lo que se asevera que está, es porque existe. De esta manera, el Estado, que tiene una serie de elementos constitutivos definidos así por teórico alemán Georg Jellinek en su momento, al estar, existe también. Dicho esto, de otro modo el Estado existe, tiene su lugar y su espacio en la realidad. Pero existe porque reúne en sí una población, que reside de manera de permanente en un determinado territorio y que se organiza por un modo de gobierno y unas instrucciones que llevan a cabo los fines del Estado mismo.

Nicolás Maquiavelo, pensador renacentista, que en su momento destacó la importancia de la historia y el poder, del estudio de la política y reclamó para ella lo que denominó como *Stato*. De ahí deriva estática, que se define como “aquel que permanece en un mismo estado sin mudanza de él”. De aquí se interpreta que “la vida política no es estática ya que hay sucesión de hechos y acontecimientos, y éstos se repiten cíclicamente”, para algunos o linealmente resolutivos para otros.

Ahora bien, el Estado se fortifica y amplía con el advenimiento de la Revolución Industrial, generando leyes sobre la materia económica, cuidando sus fronteras, regulando el paso de mercancías de un país a otro, generando medio de pago más eficaces. Todo ello, cuando se le analiza con detenimiento, se cae en cuenta que la economía fue el gran motor para lograr

instaurar al Estado Nacional moderno. Y en contrario, las crisis humanitarias implican en sí el debilitamiento e incapacidad del Estado para operar correctamente en función de los derechos fundamentales de la población.

2.2. Estado como función.

De esta manera, tras cambios, guerras, avances y retrocesos, el Estado alcanza su delineación con el advenimiento de la Revolución Industrial. Estamos ahora de cara no sólo a una forma de organización feudal, sino frente al Estado nacional con otro adjetivo adicional: Estado burgués. De esta manera, el Estado conforme aparece, aparecen sus atributos por tener la cualidad. Ya Thomas Hobbes, expresaba que el Estado, esa formación leviatánica que se formaba por la voluntad de muchos individuos, tiene como últimos fines procurar la protección de la vida y la propiedad como expresión del ius naturalis.

Hoy en día, ese ius naturalis o derecho natural viene a ser una traducción muy parecida de lo que entendemos como derechos humanos. De esta forma, el Estado nace para tutelar bienes jurídicos como la vida, el pudor, la libertad, la propiedad privada, entre otros. Acá vale la pena detenerse a pensar que, si un Estado no cumple con estas funciones, ¿Debe llamarse Estado? La interrogante queda al aire y a interpretación de cada quien.

Ahora bien, más allá de la aparición de facto del Estado, en el devenir histórico tiene su lugar un evento que se transforma en el Acta o Certificado de Nacimiento del Estado Nacional Moderno. Nos referimos acá a los Tratados de Paz de Westfalia, que ponen fin a la guerra de los 30 años, y que consolidan con profundo énfasis al Estado soberano en lo territorial, libre en lo religioso y con derechos en lo marítimo. De esta manera, se crea un sistema de Estados soberanos, iguales en derecho, los unos frente a los otros.

2.3. El Estado Fallido o Estado en Crisis Humanitaria.

El nacimiento del Estado nacional, opera en cierta medida como algo parecido a los humanos, en el sentido de que todo humano presenta bondades, pero también males que circundan su vida, lo mismo ocurre acá. A partir de la consolidación del Estado, aparecen inherentes a él, beneficios como la protección de sus connacionales, pero también pauperismos. En este orden de ideas, se debe expresar:

“Existen, sin embargo, situaciones de hecho en que Estados en crisis no pueden garantizar la seguridad de sus poblaciones y entran en una espiral negativa de fragmentación, bandos armados en pugna, contrabando de recursos y de armas, pillaje, refugiados internos, hambruna, violencia de todo tipo, donde la principal afectada es la población civil, con repercusiones graves en otras naciones.” (García Neumann, 2009).

Acá, cuando hablamos de crisis, las mismas se presentan en uno de los elementos del Estado, por lo que hace que se conviertan también en crisis del Estado. Pero ese elemento es el elemento humano, que le da apellido a la crisis. De esta manera, estamos frente a la ocurrencia de crisis humanitarias, que perjudican la funcionalidad del Estado y ponen a prueba sus instituciones, al mismo tiempo que, viviendo en un mundo tan globalizado y conectado, afecta por igual a países vecinos y lejanos.

Ahora bien, estos Estados en los que se desollaran crisis humanitarias se han denominado dentro de las relaciones internacionales como Estados fallidos, y serían los

internacionalistas Gerald Herman y Steven Rartner, a principios de la década de los años noventa, los primeros en utilizar el concepto de Estado fallido cuando publican un artículo al que denominaron “Saving failed States” en la prestigiosa revista de relaciones internacionales llamada Foreign Policy. Igualmente se debe recordar en este punto, que el “Estado fallido” es un concepto que no tiene una definición universal y aceptada” tal como lo señala Juan Gabriel Tokatlán. Algunos autores privilegian los términos de estados colapsados, estados frágiles, o estados con problemas de gobernabilidad y gobernanza. En todo caso, poseen como común denominador que los derechos más fundamentales del ser humano, es decir, los derechos humanos, no son garantizados, respetados o cumplidos. Ahí, podemos citar que:

“Entonces, los Estados entran en crisis cuando, por una parte, son incapaces de controlar el orden social interno y, en consecuencia, no garantizan a su población los bienes públicos imprescindibles para su subsistencia. Por otra parte, cuando no cuentan con las condiciones materiales y de autoridad para garantizar la integridad territorial y de su misma institucionalidad. La decadencia o desaparición de un Estado, a consecuencia de su incapacidad para conservar el monopolio legítimo de la fuerza y de su imposibilidad de asegurar la integridad de su territorio (...).” (Mancero & Múnera, 2018).

Por otro lado, hoy por hoy se hablan de actores no estatales dentro del ámbito de las relaciones internacionales y las crisis humanitarias, y entre ellos podemos mencionar las ONG’s que cada vez cobran más importancia, llenan espacios que el Estado en crisis no ha logrado llenar o socorrer, por lo que para algunos, pretenden competir con el Estado nacional. Pero tras otra cara de los actores no estatales, se ha determinado que los estados fallidos son caldo de cultivo para grupos irregulares, terrorista, y delincuencia trasnacional organizada, pues, tras la desaparición de la autoridad dentro del Estado, es normal que esos espacios sean llenados por otros actores.

En todo caso, el sistema internacional sigue siendo statocentrico, ya que son los estados los que caen incurren en crisis, y son precisamente otros Estados los principales socorristas que poseen la responsabilidad de proteger y prevenir crisis humanitarias, y también de reconstruir cuando estas ya han ocurrido en los países. Como se diría en términos de Carlos Romero, por más que neo liberalice el mundo, no desaparecen las cartas de identidad nacional ni lo pasaportes.

3. CONCLUSIÓN

El concepto de Estado nacional soberano, parece haber cambiado en el sistema político internacional en el actual siglo XXI, en el entendido de que el Estado a pesar de ser reconocido como tal dentro del ámbito internacional, cuando padece una crisis humanitaria prolongada, pierde las cualidades que le hacían merecedor de la denominación del Estado. A saber: control sobre los servicios públicos, población residente de manera permanente, vigilancia de sus fronteras como elemento territorial, entre otros. Ello mella en su autonomía frente al resto del sistema de Estados.

Finalmente, en la contemporaneidad la paciencia se agota de cara al desarrollo de las crisis humanitarias. La humanidad percibe que las crisis son eternas, que las Naciones Unidas y las ONG's son incapaces de frenar el sufrimiento humano, de hecho, hasta se plantea su disolución a lo largo de las RRSS. Por lo que, de estas crisis se están generando otras más. De lo antes expuesto, no de debe entender que las ONG's pierden campo en las relaciones internacionales contemporáneas, todo lo contrario, pueden incidir sobre algunos gobiernos en lo político, y también ayudan a atenuar los padecimientos en materia humanitaria.

REFERENCIAS

- Baños, Jessica (2006). Teorías de la democracia: Debates actuales. Andamios. Revista de Investigación Social, vol. 2, núm. 4, junio, 2006. México.
- García Neumann, J. (2009). Estados Fallidos o Estados en crisis. Editorial Comares. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00622009000200011
- Helman, Gerard y Ratner, Steven (1993). Saving Failed States. Invierno 1992 – 1993. Foreign Policy.
- Hobbes, Thomas (1994). Leviatán. O la materia, forma y poder de una república eclesiástica y civil. Fondo de Cultura Económica. México.
- Jellinek, Georg (2004). Teoría General del Estado. Fondo de Cultura Económica. México.
- Porrúa Pérez, Francisco (2005). Teoría del Estado. Teoría Política. Editorial Porrúa. México.
- Mancero, Ana & Múnera Oscar (2018). Los Estados fallidos: una visión desde la Geopolítica. Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad. N.º 22, Quito. Disponible en: <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/urvio/article/view/3081/2287>
- Weber, Max (1987) Economía y Sociedad. Fondo de Cultura Económica. España.
- Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (s/f). Emergencias Humanitarias y Situaciones de Conflicto. Documento disponible el 22 de diciembre de 2023 en: <https://www.ohchr.org/es/topic/humanitarian-emergencies-and-conflict-situations>
- Iberdrola. (s/f). Crisis humanitarias: ¿Qué grandes crisis humanitarias asolan al planeta en la actualidad? Documento consultado el 7 de enero de 2024 en: <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/crisis-humanitarias-causas-efectos-soluciones>

La Protección de Ecosistemas como ventaja competitiva de las grandes empresas

Yazenia Frontado Brito

Universidad Metropolitana. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

yfrontado@unimet.edu.ve

Abstract: Ecosystem goods and services are recognized as being in the "public domain", which gives them non-excludable, non-divisible and non-rivalrous characteristics. This has caused their deterioration or depletion, since, being available, everyone can take them or make use of them at any time; this has given rise to a definition, which is still valid today, and is known as the "Tragedy of the Commons" by Hardin (1968) and is a situation in which several people, driven only by personal interest and acting independently but rationally, end up degrading a shared resource that is limited, although none of them (individually or jointly) would like to see such degradation occur. Therefore, in the search for a balance between the use and conservation of ecosystem goods and services, this work addresses the training and awareness of companies, since they have become a key actor, as they have to begin to reduce the negative externalities of their operations on resources, replacing the paradigm of maximizing profits with another that favors a balance between profit and responsible use of common goods. In addition, as a result of the training, companies will have the tools to plan and design development projects in harmony with the sustainable use of ecosystems, which will undoubtedly reduce the threats caused by natural phenomena.

Keywords: ecosystems, companies, economic valuation, environmental impact, SDG 15, protection, conservation.

Resumen: Los bienes y servicios ecosistémicos son reconocidos como de "dominio público", lo que les confiere características no excluyentes, no divisibles y sin rivalidad. Esto ha causado su deterioro o agotamiento, ya que al estar disponibles, todos pueden tomarlos o hacer uso de ellos en cualquier momento; lo que ha dado origen a una definición, que aún hoy en día no pierde vigencia, y es conocida como la "Tragedia de los Comunes" de Hardin (1968) y se trata de una situación en la cual varias personas impulsadas solo por el interés personal y actuando de forma independiente pero racional, terminan degradando un recurso compartido que es limitado, aunque a ninguna de ellas (de forma individual o en conjunto) le convenga que se produzca tal degradación. Por ello, en la búsqueda de lograr un equilibrio entre el uso y la conservación de los bienes y servicios ecosistémicos, este trabajo aborda la formación y concientización de las empresas, puesto que estas se han convertido en un actor clave, debido a que tienen que comenzar a reducir las externalidades negativas de sus operaciones sobre los recursos, sustituyendo el paradigma de maximizar ganancias por otro que propicie el equilibrio entre lucro y uso responsable de los bienes comunes. Además, producto de la formación, las empresas tendrán las herramientas para planificar y diseñar proyectos de desarrollo en armonía con el uso sustentable de los ecosistemas, lo que sin duda reduce la amenazas por la ocurrencia de fenómenos naturales.

Palabras Clave: ecosistemas, empresas, valoración económica, impacto ambiental, ODS 15, protección, conservación.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las empresas son reconocidas por todos sus aportes a la sociedad en productos, riquezas, puestos de trabajo y prosperidad, los cuales han sido significativos y han contribuido a mejorar la calidad de vida de las personas. Sin embargo, muchos de los beneficios que han proporcionado, han ido en detrimento de los ecosistemas, producto de la falta de interés o desconocimiento de los impactos negativos que tanto las actividades como los productos han ocasionado al entorno.

El comportamiento expuesto con anterioridad deja en evidencia la fragilidad de los ecosistemas los cuales han sido reconocidos como aquellos sistemas cuyas funciones proveen de los bienes y servicios ecosistémicos que contribuyen al desarrollo de la especie humana y la conservación del Planeta. De hecho, entre una de sus tantas funciones se encuentra la capacidad de regular y/o amortiguar, fenómenos naturales que propician desastres sociales, y que se han visto incrementados, en parte, por la disociación que existe entre crecimiento económico y deterioro ambiental, siendo este un requisito indispensable para lograr la sustentabilidad.

La actividad industrial y/o empresarial, no solo ha traído como consecuencia la contaminación y agotamiento de los recursos, sino a su vez, el deterioro de los ecosistemas y sus servicios, dando origen a merma de materia prima, contaminación, inundaciones, movimientos de masa, y sequías intensas, propiciados por un desbalance a la naturaleza. Todas estas afectaciones, tienen impacto en las comunidades, de las cuales también forman parte estas mismas empresas, industrias y organizaciones, por lo que en términos de sostenibilidad, el uso poco responsable de los recursos se traduce en daños socio ambientales y pérdidas económicas.

En vista de los deterioros ecosistémicos y las consecuencias de estos, las empresas han entendido que no pueden vivir al margen de la sociedad, por lo que lenta pero progresivamente, han agregado variables ambientales en su planificación, así como instrumentos para la gestión de sus impactos ambientales. No obstante, siguen viendo esta incorporación como un costo asociado a sus finanzas, encareciendo sus productos y servicios. Por ello, esta investigación, buscó generar una visión empresarial enmarcada en el ambiente como un factor de competitividad, debido a los múltiples beneficios que pueden obtener y que son visibles aplicando métodos de valoración; esto con la finalidad de incluir dentro de su planificación medidas de conservación de los ecosistemas para disminuir los riesgos socio naturales que puedan ocasionar afectaciones, no solo a la empresa sino también al entorno.

2. MÉTODO EMPRESARIAL PARA VALORAR ECOSISTEMAS

2.1. Metodología

La investigación formó parte de un estudio cualitativo, donde se tuvo la oportunidad de analizar la actuación de las empresas en relación con la toma de decisiones para la realización de proyectos que de forma indirecta o indirectamente causaran externalidades

negativas al entorno y que tuviesen repercusión en el desempeño de la organización. Para ello, se realizó un abordaje descriptivo acerca de cómo las empresas contemplan la variable ambiente dentro de su planificación general y estructura financiera; y además se realizó un abordaje exploratorio, sobre la disposición a atender un problema por parte de los empresarios que puede repercutir en el funcionamiento de sus negocios, trayendo consigo pérdidas considerables.

El estudio fue no experimental y se enfocó en la realización de entrevistas no estructuradas con gerentes de empresas para conocer la opinión o respuesta a los temas y preguntas planteadas.

La muestra se realizó de forma no probabilística por conveniencia, permitiendo así seleccionar aquellos casos accesibles que dieron su consentimiento para ser incluidos. Como resultado, se entrevistaron 10 gerentes de empresas de distintos sectores económicos que además cumplieron con los criterios de la investigación, que fueron extracción de materia prima, transformación de los recursos y producción de bienes y servicios. Además, se consideró el criterio de ubicación en áreas de vulnerabilidad social y ambiental.

2.2. Objetivo

Valorar la protección de los ecosistemas como ventaja competitiva para las empresas.

2.3. Resultados del trabajo empresarial

2.3.1. Las empresas y su reconocimiento de las funciones ecosistémicas.

Al hablar de funciones y servicios ecosistémicos, muchos de ellos, se dan por sentado porque forman parte del día a día de las personas y se ha internalizado, de cierta forma, que son inagotables. Un ejemplo de ello es el aire que se respira y que se convierte en un servicio indispensable para la vida, pero que a pesar de ello se ha contaminado al punto de tener que contar con marcos regulatorios estrictos y medidas paliativas para poder respirar el aire en determinados momentos, lo que acarrea costos, mayormente de remediación.

El caso del aire es solo un ejemplo; y es que hoy en día, las empresas han reconocido que la naturaleza suele ser invisible en las decisiones económicas que se toman y como consecuencia fueron reduciendo el capital natural, sin entender que los costes reales de sustituir o reemplazar los servicios prestados por la naturaleza, a través de soluciones alternativas ejecutadas por las personas, llegan a ser algunas veces, más costosas que su conservación y uso responsable.

De hecho, la reducción del capital natural fue un punto clave en la discusión por parte de las empresas, porque a través de una visión utilitaristas, estas se fueron dando cuenta de que la materia prima natural es el sustento de la economía, y que la escasez se estaba convirtiendo en un problema que afectaba su crecimiento y desarrollo. Por ello, personalidades como Rifkin (2014), expresidente de *The Foundation on Economic Trends*, declaran que "...ya no se entiende un sistema económico que no tenga en consideración la sostenibilidad"

Al hablar de las intervenciones que las empresas han realizado sobre los ecosistemas y el hecho de asociar la ocurrencia de fenómenos naturales con las mismas, requirió de un proceso de formación para que estas pudieran darse cuenta de las afectaciones. Muchos

empresarios culpan a las lluvias ácidas por la pérdida de cultivos, pero no aceptan el hecho de que sus emisiones de gases contaminantes guardan relación con el fenómeno.

2.3.2. La Valoración Económica como estrategia empresarial para la toma de decisiones.

El desconocimiento del entorno por parte de las empresas, así como de los recursos que lo conforman y que toman como parte de su materia prima, es una de las principales necesidades de mejora que estas deben atender como parte de su gestión, si quieren seguir apostando a un crecimiento sustentable.

Valorar inicia con conocer para darle sentido a las cosas y poder cuidarlas, y es que según Sukhdev, Wittmer, y Miller (2014), reconocer el valor, es una capacidad de la sociedad que puede influir de una forma sencilla en las normas y regulaciones sociales, sin tener que recurrir a la monetización o a la economía. Esto puede verse afianzado por las ciencias económicas, debido a que las empresas concuerdan en afirmar que, en el mundo actual, demostrar valor en términos económicos es esencial para comprender e internalizar las consecuencias de los cambios en el uso del territorio y su gestión.

El ejercicio de valoración económica de estos servicios ecosistémicos que se consideran intangibles se convierte entonces en una herramienta que según Frontado (2011), permite conocer qué recursos tenemos y en qué situación se encuentran, con la finalidad de generar información para nutrir el proceso de desarrollo de políticas, programas y toma de decisiones, a todos los niveles, que apunten a la conservación. No obstante, las empresas entrevistadas reconocen que para la toma de decisiones de los proyectos a ejecutar, aplican mayormente el método de costo/beneficio, pero dejando de lado las externalidades o impactos ambientales negativos.

2.3.3. La función ecosistémica de amortiguación de fenómenos naturales para disminuir los riesgos desde la visión empresarial/industrial.

Como ejemplos de las afectaciones del sector empresarial/industria a los ecosistemas, lo cual pone en riesgo la función ecosistémica de amortiguación, debido a que se han ejecutado sin realizar un estudio de impacto ambiental o una valoración económica ambiental previa encontramos, según la FAO (2022) y Frontado (2011):

- Emisión de gases contaminantes y causantes del efecto invernadero, lo que origina variabilidad climática, lo que a su vez genera episodios graves y frecuentes de sequía trayendo como consecuencia afectaciones en los rendimientos de los cultivos provocando escasez de alimentos
- Los fenómenos de sequía, por el mal uso o deterioro de los suelos, afectan la ganadería, haciendo que las razas tengan que adecuarse al calor extremo y a las enfermedades tropicales.
- Al alterar o destruir los ecosistemas de manglares y sistemas de arrecifes de coral sanos, se pone en riesgo a las poblaciones costeras ante fenómenos meteorológicos extremos, porque estos constituyen elementos importantes para la protección.

- La afectación a los bosques influye en los fenómenos extremos, porque la cobertura vegetal reduce las incidencias y alcance de las inundaciones, así como los movimientos de masa.

Dada las afectaciones que causan los proyectos y procesos empresariales/industriales, y de las cuales se han presentado algunos ejemplos, es importante que las empresas comiencen a adoptar dentro de sus sistemas de gestión, medidas o lineamientos orientado al riesgo de desastres, entendiéndose estos, según menciona la ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (G.O. N.º 39.095 del 9 de enero de 2009), como aquellos “procesos orientados a formular leyes y ejecutar acciones de manera consciente, concertada y planificada, para prevenir, mitigar o reducir el riesgo en una localidad o en una región, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales y económicas”

2.3.4. Propuesta ganar-ganar: ambiente – empresa.

Análisis Beneficio/Costo

Tomando en consideración que la herramienta más usada por las empresas para la selección y ejecución de proyectos es la de Beneficio/Costo, se hizo una revisión de sus procesos, incluyendo la variable ambiental.

Inicialmente se abordaron los costos. En este sentido, las empresas coincidieron en que el ambiente, usualmente, se toma como un costo añadido, porque se deben implementar planes de gestión o estrategias ambientales relacionados con inversiones y gastos de implantación que terminan por encarecer los productos y servicios ofertados por ellas. Ahora bien, en términos de beneficio, aquellas empresas que han visto el ambiente como una oportunidad, reportaron que este se convirtió en una variable de gestión que ha resultado en mejoras de calidad y eficiencias en sus procesos productivos. Es decir, han comenzado a ver el ambiente como factor de competitividad, que se traduce en ahorro de materia prima y energías (menos intervención de los ecosistemas) y reducción en costos por indemnización (costos evitados), por afectaciones ecosistémicas que potencian los riesgos socionaturales.

Aplicación de la Herramienta de Valoración Económica

Dada a conocer la visión del ambiente como factor de competitividad a las empresas, se abordó la oportunidad de impulsar la aplicación de métodos de valoración económica en aras de generar las mejores estimaciones disponibles de un valor para cada contexto o finalidad y buscar formas de internalizar ese valor en la toma de decisiones. De esta forma, las afectaciones mostradas como ejemplos en esta investigación se pueden transformar en:

- Inversión en equipos y ajustes de modelos de cultivo para reducir pérdidas y así mitigar los efectos de las sequías.
- Medidas de control de la vegetación más sustentable.
- Integrar los manglares con estanques de acuicultura, así como hacer un uso sustentable de los manglares y sistemas de corales, reduciendo las prácticas

perjudiciales para disminuir los riesgos y aumento de los costos de actuación post desastre.

3. CONCLUSIÓN

Evaluar la actuación de las empresas, tomando como ejemplo la función ecosistémica de amortiguación de los fenómenos ambientales que potencian los riesgos, y vista desde la óptica de la valoración económica como herramienta de gestión, permitió concluir que valorar considera que la respuesta más ética frente al riesgo y la incertidumbre es no quedarse esperando hasta disponer de la información adecuada o perfecta para actuar. Esto es significativo, que las empresas carecen de formación e información para adoptar herramientas que haga que sus procesos de gestión sean más sustentables. En especial, porque el mundo globalizado demanda una actuación más responsable frente a los ecosistemas que con el paso de los años han perdido su capacidad de renovarse, porque no se les está dando el tiempo requerido para ello.

Sin los recursos naturales no existe economía porque no hay materia prima, y ese es el mensaje que las empresas duramente están aprendiendo hoy en día donde los recursos cada vez son más escasos.

REFERENCIAS

- Barzев, R (2002). *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales*. Corredor Biológico Mesoamericano. Managua, Nicaragua: CCAD-PNUD/GEF.
- De Groot, R (1992). *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Groningen, Holanda: Wolters-Noordhoff BV.
- FAO (2022). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. <https://acortar.link/5AEMCc>
- Frontado, Y (2011). *Valoración de los servicios Ambientales provistos por el Proyecto Ávila de la Universidad Metropolitana*. Universidad Metropolitana: Autor.
- Hardin, G (1968). The Tragedy of Commons. *Revista Science*, 162, 1243-1248.
- Hassan, R., Scholes, R. y Ash, N (2005). *Ecosystems and human well-being: current state and trends: findings of the Condition and Trends Working Group*. Millennium Ecosystem Assessment. Washington D.C., Estados Unidos: Island Press
- Herruzo, A (2002). *Fundamentos y métodos para la valoración de bienes ambientales*. Madrid, España: Autor.
- Huber, R. y Martínez, R (2009). *Curso Diseño e Implementación de Pagos por Servicios Ambientales. Modulo II: El Valor Biológico y Económico de los Servicios*. Estados Unidos: Organización de Estados Americanos.
- Ley G.O.Nº 39.070. Gestión de la Diversidad Biológica. *Gaceta Oficial*, 01 diciembre de 2008.
- Ley G.O.Nº 39.095. Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos. *Gaceta Oficial*, 09 enero de 2009.
- Licandro, O (2017). La empresa y la "tragedia de los bienes comunes. *RSE en Uruguay*. 34-36. <https://acortar.link/iS0uE7>
- Rifkin, J (2014, 16 de septiembre) El capitalismo tal y como lo conocemos va a desaparecer. *El Mundo*. <https://acortar.link/dnZ5rq>

Sukhdev, P., Wittmer, H., y Miller, D (2014) *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB): desafíos y respuestas*, en el libro editado por D. Helm y C. Hepburn, *Nature in the Balance: the Economics of Biodiversity* (La naturaleza en equilibrio: la economía de la biodiversidad) Oxford: Oxford University Press. <https://acortar.link/isjWqO>

Impago de la deuda de Venezuela en 2017

Hermes A. Pérez F., Rafael Mac-Quhae

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073

hperez@unimet.edu.ve

Abstract:

En Venezuela se observó un conjunto de desequilibrios que tienden a presentarse antes de la cesación de los pagos soberanos, conforme la literatura del tema. Entre los más importantes, se puede señalar la volatilidad que ha experimentado el crecimiento económico del país; acompañada de extensos períodos de caída de su actividad, la apreciación del tipo de cambio real; debido al establecimiento de una paridad fija con pocas modificaciones y en presencia de elevados niveles de inflación interna. Además, se pudo identificar que el incumplimiento de los pagos de la deuda fue precedido de un creciente deterioro institucional, lo cual es una característica distintiva que se ha presentado en diversos casos. En nuestra investigación, se pudo constatar que la debilidad institucional estuvo vinculada con el impago soberano, lo que ocurrió luego de un importante auge de los precios del petróleo, el mayor en épocas recientes. Venezuela incumple de manera frecuente sus obligaciones financieras por lo cual entra en el grupo de países denominados *deudores seriales* de sus compromisos.

Keywords: deuda; gestión de deuda; deuda soberana; incumplimiento de deuda soberana.

JEL: H63, H68.

1. INTRODUCCIÓN

Venezuela se encuentra en cesación de pagos de su deuda externa en dólares, emitida en los mercados financieros con respaldo en los bonos soberanos de la República y de la empresa petrolera estatal, Petróleos de Venezuela, S. A. (Pdvsa) desde 2017 (Duggar, 2018 y Moody's Investor Service, 2021). Al respecto, la presente investigación tiene como objeto identificar la composición de la deuda soberana venezolana en cesación de pagos, calcular su monto y estudiar los elementos que propiciaron el incumplimiento de las obligaciones en 2017. Para alcanzar estas metas, el trabajo se estructuró en cuatro etapas. En la primera etapa, se examinan las definiciones de cesación de pagos en la literatura. En la segunda, se realiza un repaso de cuáles son las causas de las cesaciones de pagos de los países. En la tercera etapa, se estudia la composición de la deuda externa soberana del país y de Pdvsa, declarada en cesación de pagos en los mercados financieros internacionales. Luego, se procede a estimar el monto de los compromisos pendientes por pago, lo que incluye el capital, los intereses vencidos y los que están en mora, debido a la ausencia de datos oficiales sobre el tema. En la cuarta etapa, se estudian las razones que pudieron propiciar el incumplimiento de pagos de Venezuela en 2017, para luego llegar a algunas conclusiones.

2. DEFINICIÓN DE DEUDA SOBERANA IMPAGA

La cesación de pagos soberanos se refiere al incumplimiento de un pago programado en un tiempo (incluido el período de gracia), conforme se estableció en el contrato de deuda externa (Das *et al.*, 2012). De manera similar, se puede definir como la falta de pago de intereses o del capital de una obligación soberana externa (Datz, 2014). Según Tomz y Wright (2013), el impago sucede cuando el país no cumple con los términos de su contrato de deuda al no honrar sus compromisos de intereses o de capital antes del vencimiento del período de gracia acordado. Para Kalliomäki (2012), el impago puede estar asociado con tres posibles contextos: i) la nación deudora no paga el monto total que le corresponde cancelar; ii) se producen cambios inconsultos y unilaterales del cronograma de pagos; o iii) la combinación de ambos casos.

3. CAUSAS QUE DETERMINAN LOS IMPAGOS SOBERANOS

3.1. Factores políticos y debilidad institucional

Peter (2002) asevera que el riesgo político es uno de los ingredientes esenciales que propicia la cesación de los pagos soberanos de un país. En paralelo, Reinhart, *et al.* (2003), afirman que los países “intolerantes a la deuda”, caracterizados por el incumplimiento periódico de sus compromisos de pagos, evidencian estructuras fiscales débiles de manera recurrente. De esta forma, la reiteración de eventos de cesación de pagos soberanos aumenta la fragilidad fiscal, lo que los hace más proclives a nuevos impagos. Por otro lado, Bétin y Fournier (2018) elaboraron un modelo cuyo hallazgo primordial fue la conexión entre la calidad institucional y la propensión de un país para honrar sus compromisos soberanos. Ellos llegan a la conclusión que los impagos no se asocian con la insuficiencia de los recursos, sino con la debilidad institucional de las naciones, que fomenta el endeudamiento indiscriminado y propicia su insostenibilidad, incluso con niveles bajos de deuda.

3.2. Ciclos económicos desfavorables

Están referidos a las caídas del producto interno bruto (PIB) de un país, que propician el descenso de los ingresos fiscales y que pueden inducir a una eventual cesación de los pagos de la deuda pública. Al respecto, Hatchondo *et al.* (2007) indicaron que una de las razones que impulsa que una nación no pague sus compromisos de deuda es la insuficiencia de los recursos fiscales, en respuesta a los ciclos económicos desfavorables. De la misma manera, Schmitt-Grohé y Uribe (2017) encontraron que el crecimiento del PIB es una variable importante en la cesación de pagos, ya que los países son propensos a incumplir sus pagos cuando se registra un declive de su actividad económica.

3.3. Volatilidad macroeconómica

Peter (2002) sostiene que la volatilidad de los fundamentos macroeconómicos puede impulsar la cesación de los pagos soberanos. Entre las variables más representativas en dicho fenómeno mencionó al PIB per cápita y al desequilibrio del tipo de cambio real. Asimismo, Manasse y Roubini (2005) vincularon los episodios de debilidad de los fundamentos macroeconómicos, con la desalineación del tipo de cambio y con la cesación de los pagos soberanos. De igual modo, Megersa (2019) afirma que la volatilidad de los

agregados macroeconómicos está en capacidad de impulsar incumplimientos de pagos de las naciones.

3.4. Mal manejo de la deuda

Existe un amplio consenso en cuanto a que el manejo inapropiado de la deuda externa es un elemento que puede condicionar la interrupción de los pagos de una nación. Entre otros, Peter (2002) afirma que los compromisos de deuda asumidos el año previo a la cesación de pagos, y la presencia de una relación de la deuda sobre el PIB (o deuda sobre exportaciones) elevada, constituyan variables que se vinculan con los incumplimientos de los compromisos soberanos. En este contexto, Bandiera, *et al.* (2010), hallaron un vínculo muy elevado entre el nivel de endeudamiento y una mayor probabilidad de ocurrencia de una cesación de pagos soberanos. Por consiguiente, las naciones que registren niveles de deuda externa mayor al 50% del ingreso nacional bruto y elevadas inflaciones, evidenciaban una mayor probabilidad de incurrir en impagos soberanos. Del mismo modo, Moody's Investor Service (2020) encuentra que un tercio de los impagos soberanos que estudiaron fueron impulsados por los persistentes desequilibrios externos y fiscales, los que se transformaron en elevados niveles de deuda. Al respecto, validan que los niveles muy elevados de deuda en proporción al PIB, pueden volverse insostenibles y propician las cesaciones de pagos.

3.5. Historia de impagos

Reinhart *et al.* (2003) y Reinhart y Rogoff (2004), concibieron la expresión *países intolerantes a la deuda*, asociada con la inestabilidad de los fundamentos económicos, el historial de impagos soberanos y el nivel de la deuda del país. El elemento esencial del referido trabajo es que un grupo de países ha evidenciado problemas reiterados para cumplir sus obligaciones soberanas externas. Por lo descrito, llegan a concluir que la cronología de los eventos de impagos pasados, acompañados con datos elevados de inflación, constituyen elementos para determinar la capacidad de las naciones de honrar sus compromisos futuros. Además, sugirieron que los impagos soberanos tienden a ser un problema crónico en algunos países, que los denominaron *deudores seriales* (se refieren a ello con el término en inglés serial default). Esto, para resaltar que las naciones con impagos soberanos previos en el pasado reciente, tendrán una mayor probabilidad de incumplir sus compromisos financieros futuros.

3.6. Crisis externas y volatilidad fiscal

Sobre el tema, Hatchondo *et al.* (2007) aseveran que las modificaciones en los patrones del comercio internacional pueden anteceder a la ocurrencia de un evento de cesación de pagos en los países emergentes. Lo descrito, obedece a que la caída de los recursos disponibles viene acompañada de menores ingresos fiscales, lo que reduciría la capacidad de pago de los compromisos acordados y elevaría la probabilidad de la cesación de pagos soberanos. En paralelo, la volatilidad fiscal está asociada con la variabilidad de los impuestos, el gasto y el resultado fiscal (Peña, 2014), lo que ha sido descrito como una característica que ha afectado la capacidad de los gobiernos para honrar sus obligaciones de deuda en Latinoamérica.

4. ESTIMACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA DEUDA IMPAGA DE VENEZUELA Y DE PDVSA

Se pudo identificar y estimar que los compromisos de pagos incumplidos de Venezuela y de la empresa estatal Petróleos de Venezuela, S.A. (Pdvsa) con respaldo en bonos colocados en los mercados internacionales, alcanzaban un valor de USD 60.506 millones en noviembre de 2017. Nuestros cálculos ubican la deuda acumulada, incorporando los intereses vencidos y los intereses de mora, en USD 101.920 millones al 31 de diciembre de 2023 (ver tabla 1).

	Principal	Interés vencidos	Mora	Total
Soberana	31.095	19.105	5.203	55.403
Pdvsa	29.412	14.113	2.992	46.517
Total	60.506	33.219	8.195	101.920

Tabla 1. Monto de la deuda externa venezolana con respaldo en bonos (En USD millones).

Fuente: Bloomberg, prospectos de títulos de la deuda y cálculos propios.

Los bonos de la deuda en impaga de Venezuela se distribuyen en quince (15) emisiones que ascienden a un total de USD 31.095 millones. Mientras que, las obligaciones de Pdvsa están conformadas por diez (10) emisiones de títulos por USD 29.412 millones, luego de la suspensión de sus pagos en noviembre de 2017. Tanto la República como Pdvsa, continúan sin honrar sus compromisos hasta el cierre de 2023, por lo que la deuda mantiene un ritmo de crecimiento progresivo mientras se mantenga la cesación de pagos. En este contexto, la deuda aumenta en torno a los USD 5.250 millones por cada año de retraso, distribuidos entre USD 3.025,2 del país y USD 2.225,7 de Pdvsa.

5. CAUSAS DEL IMPAGO DE LA DEUDA SOBERANA DE VENEZUELA

5.1. Factores políticos y debilidad institucional

Un grupo de trabajos aborda la relación entre los aspectos institucionales, políticos y los eventos de cesación de pagos de los países. La investigación de Bétin y Fournier (2018), vincula la efectividad del gobierno con la probabilidad de impagos soberanos. Para medir la citada variable, elegimos el Índice de Gobernanza Mundial (IGM) que estima el Banco Mundial (World Bank Group, s. f.), según la metodología de Kaufmann *et al.* (2010). En esta investigación, se incluyen los componentes asociados con la gobernanza de un país, los cuales son: voz y rendición de cuentas; estabilidad política y ausencia de violencia; efectividad del gobierno; calidad regulatoria; estado de derecho; y control de la corrupción. Así, la tabla 3 incluye los valores asociados con el Índice de Gobernanza Mundial, donde seleccionamos los datos para una muestra de años del período comprendido entre el 2000 y el 2016. Allí se puede visualizar de forma clara que la calificación de Venezuela es menor que el valor promedio de los países de Latinoamérica. Además, se puede observar un deterioro casi continuo y progresivo, en la mayoría de los casos, de los valores asociados con cada uno de los rubros de gobernanza.

	2000	2004	2008	2012	2016
Voz y Rendición de Cuentas					
Latinoamérica y el Caribe	61,8	59,3	61,2	60,8	59,6
Venezuela	49,8	29,3	26,4	22,1	17,2
Estabilidad Política y Ausencia de Violencia					
Latinoamérica y el Caribe	53,3	53,1	50,2	54,8	59,5
Venezuela	23,3	9,2	11,5	17,5	13,8
Efectividad del Gobierno					
Latinoamérica y el Caribe	56,5	56,3	57,4	58,6	54,6
Venezuela	26,2	12,4	11,7	14,2	8,7
Calidad Regulatoria					
Latinoamérica y el Caribe	58,7	55,6	56,9	56,7	54,9
Venezuela	37,5	14,9	5,8	6,6	2,4
Estado de Derecho					
Latinoamérica y el Caribe	52,1	52,4	51,5	52,0	50,4
Venezuela	25,9	9,6	1,9	0,5	0,5
Control de la Corrupción					
Latinoamérica y el Caribe	55,6	55,7	58,5	57,2	53,4
Venezuela	33,0	17,2	11,2	8,1	6,7

Tabla 2. Indicadores de Gobernanza Mundial. Rango percentil: (0 a 100).

Fuente: Banco Mundial.

5.2. Ciclos económicos y volatilidad macroeconómica

Una característica del crecimiento económico de Venezuela que se puede corroborar con la variación del PIB anual entre el 2000 a 2017 (ver tabla 3), es la presencia de tasas elevadas tanto positivas como negativas (18,3% en 2004 y -17,0 % en 2006). La citada volatilidad nos permite aseverar que el país evidencia cílicos en su actividad económica.

	PIB (Var. %)		PIB per cápita 1/		Tipo Cambio Real Venezuela 2010=100
	Venezuela	Latinoamérica	Venezuela	Latinoamérica	
2000	3,7	3,7	16.074	12.541	79,96
2001	3,4	0,6	16.346	12.422	85,05
2002	-8,9	0,4	14.656	12.248	66,50
2003	-7,8	2,0	13.303	12.327	57,74
2004	18,3	6,1	15.488	12.909	55,76
2005	10,3	4,4	16.820	13.309	54,59
2006	9,9	5,5	18.196	13.864	57,81
2007	8,8	5,6	19.488	14.454	63,35
2008	5,3	4,0	20.208	14.830	75,97
2009	-3,2	-2,0	19.271	14.329	99,07
2010	-1,5	6,1	18.705	15.006	100,00
2011	4,2	4,6	19.204	15.514	70,80
2012	5,6	2,9	19.993	15.773	84,99
2013	1,3	2,9	19.975	16.043	83,22
2014	-3,9	1,3	18.931	16.064	128,95
2015	-6,2	0,4	17.513	15.942	310,07

2016	-17,0	-0,6	14.484	15.650	740,65
2017	-15,7	1,3	12.323	15.688	ND

Tabla 3. Evolución de algunos agregados macroeconómicos

Fuente: Banco Central de Venezuela, Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional.

1/ Utilizando Poder de Paridad de Compra (PPA) con dólares de 2017.

Además, se puede apreciar una contracción del PIB de 2014 a 2017, lo cual se traduce en un mal desempeño de la economía. Al contrastar la serie del crecimiento del PIB de Venezuela con su similar de Latinoamérica, se observa una divergencia importante: Venezuela registró tasas de crecimiento negativas en ocho años, mientras que el promedio de la región evidenció solo dos contracciones del PIB en dicho lapso. Por lo descrito, podemos inferir que el incumplimiento de los pagos de Venezuela se vincula con un ciclo económico adverso y prolongado determinado por factores internos. Esta afirmación se refuerza al estudiar el PIB per cápita entre el 2000 al 2017: el promedio de la región creció de USD 12.541 a USD 15.688 mientras que el de Venezuela exhibió un comportamiento contrario al caer de USD 16.047 (2000) a USD 12.323 (2017). Así, Venezuela parece evidenciar condiciones de volatilidad en sus principales agregados macroeconómicos y presenciar ciclos de crecimientos desfavorables como los reseñados en la literatura. Al respecto, el país registró gran volatilidad del PIB total y per cápita, experimentó una caída de su actividad económica, y presentó un desajuste del tipo de cambio real, lo cual se manifestó a través de una apreciación constante de su moneda. El mantenimiento de tipo de cambio fijo impactó de manera negativa en la actividad y generó distorsiones que a la larga sentaron las bases para el incumplimiento de sus pagos soberanos.

5.3. Mal manejo de la deuda

El siguiente aspecto se puede validar al estudiar los resultados fiscales y el índice de precios al consumidor (IPC) de Venezuela para el período 2000-2017 y al contrastar dichos datos contra con los de los países emergentes y los países latinoamericanos (tabla 4).

	Déficit Público (% del PIB)			IPC (Var. % Promedio)		
	Venezuela	Emergentes	Latinoamérica	Venezuela	Emergentes	Latinoamérica
2000	4,5	-1,6	-2,9	16,2	8,5	8,9
2001	-4,6	-3,0	-3,1	12,5	7,8	7,0
2002	-1,5	-3,5	-2,8	22,4	6,4	6,5
2003	0,2	-2,8	-2,7	31,1	6,5	9,3
2004	2,5	-1,2	-1,1	21,7	5,9	6,1
2005	4,1	0,5	-1,1	16,0	6,0	5,4
2006	-1,6	1,0	-1,3	13,7	5,9	4,2
2007	-2,8	0,5	-1,1	18,7	6,5	4,2
2008	-3,5	0,7	-1,0	31,4	9,2	6,4
2009	-8,7	-3,8	-3,6	26,0	5,2	4,6
2010	-4,7	-2,4	-2,7	28,2	5,6	4,2
2011	-8,2	-1,0	-2,6	26,1	7,1	5,2
2012	-9,9	-1,0	-2,7	21,1	5,8	4,6
2013	-10,4	-1,7	-3,2	40,6	5,4	4,6
2014	-9,8	-2,5	-4,8	62,2	4,7	4,9
2015	-8,1	-4,3	-6,3	121,7	4,7	5,4

2016	-8,5	-4,7	-5,7	254,9	4,3	5,5
2017	-13,3	-4,1	-5,1	438,1	4,4	6,3

Tabla 4. Evolución de algunos agregados macroeconómicos.

Fuente: Banco Central de Venezuela y Fondo Monetario Internacional.

El primer elemento a destacar, es que Venezuela registró déficits públicos que van aumentando desde el 2006 y que en todo los casos fueron superiores a la media de las naciones emergentes y de los países de Latinoamérica. De la misma manera, se puede observar que los resultados fiscales deficitarios terminaron generando inflación en el país, la que estuvo muy por encima de los valores observados por el grupo de emergentes y la de Latinoamérica. Otro aspecto necesario de puntualizar es que la ampliación de déficit del gobierno, entre 2007 a 2017, ocurrió en una etapa de muy elevados precios del petróleo. En detalle, el precio promedio marcador de la Cesta de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) fue USD 78,5 por barril entre 2007 y 2017. En 2012, alcanzó su valor máximo de USD 109,5 por barril y el déficit fiscal fue de 9,9% del PIB, mientras que en 2013 cerró en USD 105,9 por barril y el déficit creció hasta 10,4% del PIB. Por lo tanto, se puede afirmar que la etapa de ampliación del déficit en las finanzas públicas venezolanas no estuvo vinculada con condiciones adversas del mercado petróleo, si no con un manejo imprudente de sus finanzas. Lo descrito, se valida al examinar el monto creciente de la deuda pública externa, el cual pasó de USD 49.404 millones en 2006 hasta los USD 176.106 millones en 2017, según cifras del Banco Mundial.

5.4. Historia de impagos

Existen un conjunto de trabajos que aseveran que los impagos soberanos pueden ser un factor determinante en la ocurrencia de nuevos eventos de incumplimiento. Por lo descrito, procederemos a evaluar estudiar el historial de Venezuela en esta materia. Según Reinhart y Rogoff (2008), Venezuela registró diez (10) cesaciones de pagos soberano entre 1830 y hasta el 2006. En dicho período, el país se mantuvo en condición impaga un 38,4% de su tiempo. De la misma manera, Schmitt-Grohé y Uribe (2017), hallaron que Venezuela incurrió en diez (10) cesaciones de pagos soberanos entre 1824 y 2016, con un promedio de seis (6) años por cada evento (tabla 5). Allí, agregamos el impago vigente desde 2017.

Evento	Lapso	Nº de años
1	1826 - 1840	14
2	1848 - 1862	14
3	1865 - 1881	16
4	1892	1
5	1898 - 1905	7
6	1983 - 1986	3
7	1986 - 1987	1
8	1989 - 1990	2
9	1995 - 1997	3
10	2004 - 2005	2
11	2017- actual	6

Tabla 5. Cesación de pagos de la Deuda Soberana de Venezuela. 1800 - 2023.

Fuente: Elaboración propia. Datos de Reinhart, et al., (2023) de la página de Behavioral Finance & Financial Stability. Harvard Business School; y de Asonuma y Trebesch (2016).

5.5. Crisis externas y volatilidad fiscal

En el lapso previo a la cesación de pagos, los términos de intercambio jugaron a favor del país, debido al incremento que tuvieron los precios del petróleo, lo que generó que la cuenta corriente fuera superavitaria en todo el período (tabla 6), a excepción de 2015 y 2016.

	Deuda Bruta % del PIB	Deuda Pública En Millones de USD	Cuenta Corriente % del PIB	Deuda Pública/Export. %
2000	27,7	49.458	10,1	147,5
2001	30,7	46.662	1,6	175,0
2002	48,2	44.712	8,0	167,0
2003	56,0	46.742	14,1	171,7
2004	41,8	46.331	13,8	116,8
2005	34,9	50.486	17,7	90,6
2006	25,7	49.404	14,8	75,3
2007	26,4	65.150	5,8	92,8
2008	20,3	73.153	10,2	76,2
2009	27,6	94.353	0,2	161,2
2010	37,7	116.529	1,8	174,2
2011	52,5	135.299	5,2	144,3
2012	58,4	151.370	0,7	154,7
2013	85,4	153.890	1,8	173,4
2014	84,9	160.907	2,3	215,5
2015	129,8	167.206	-12,8	449,0
2016	138,4	175.795	-3,4	641,5
2017	133,6	176.106	7,5	517,5

Tabla 6. Evolución de algunos agregados macroeconómicos de Venezuela.

Fuente: Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional. Cálculos propios.

De manera similar, se pudo validar que la relación deuda externa sobre las exportaciones tuvo un aumento importante a partir de 2009 debido al endeudamiento progresivo a partir de este año. Lo descrito, parece indicar que la ampliación del déficit fiscal se financió, de manera primordial, con un mayor endeudamiento externo, en un escenario de elevados precios del petróleo. El citado desequilibrio se vio amplificado por una creciente relación deuda sobre las exportaciones, a pesar del superávit en la cuenta corriente. En 2017, los niveles de deuda se volvieron insostenibles y es el año que inicia la cesación de pagos vigente en 2023.

6. CONCLUSIONES

6.1. La deuda soberana de Venezuela y la de PdvsA entraron en cesación de pagos en noviembre de 2017, dato importante en virtud de la ausencia de información oficial sobre el tema.

6.2. El monto vencido de la deuda impaga, incluida la deuda principal y los intereses, era de USD 101.920 millones, para el 31 de diciembre de 2023. Este monto se distribuye entre la República (USD 55.403 millones) y Pdvsa (USD 46.517 millones).

6.3. El impago de Venezuela a partir de 2017 es el undécimo episodio en el cual el país demora o difiere sus pagos, por lo cual el país entra en la categoría de deudor serial.

6.4. Las causas del actual impago soberano tienen que ver con desequilibrios internos y debilidad institucional del país: fallas de su política macroeconómica y el manejo inapropiado de su deuda.

6.5. La cesación de pagos ocurrió después que Venezuela experimentó el mayor y más prolongado auge de precios del petróleo del que se tengan registros, entre el 2007 y el 2017, lo que confirma el manejo inapropiado de la deuda.

6.6. Nuestro trabajo también constató que el incumplimiento de las obligaciones sucedió después de un sustancial desequilibrio del tipo de cambio real debido a la decisión de mantener un tipo de cambio fijo desde el 2003 con pocas modificaciones y en presencia de elevados niveles de inflación interna. En este escenario, era previsible la ocurrencia del incumplimiento de los pagos soberanos en 2017, debido a la creciente debilidad institucional, al manejo inapropiado de las finanzas públicas y en ausencia de medidas de políticas públicas como reglas fiscales anticíclicas que remediaran los desequilibrios acumulados en la economía venezolana.

REFERENCIAS

- Bandiera, L., Cuaresma J. & Vinclette, G. (2010). Unpleasant Surprises: Sovereign Default Determinants and Prospects. [Policy Research working paper No. WPS 5401]. World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/3885> <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5401>
- Bétin, M. & Fournier, J. (2018). Sovereign defaults: Evidence on the importance of government effectiveness. OECD. [Economics Department Working Papers No. 1494]. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/e6eb6668-en>
- Das, U., Papaioannou, G. & Trebesch, C. (2012). Sovereign Debt Restructurings 1950-2010: Literature Survey, Data, and Stylized Facts. [IMF Working Paper Volume 2012: Issue 203]. <https://doi.org/10.5089/9781475505535.001>
- Datz, G. (2014). Sovereign Debt Default. The International Studies Encyclopedia. https://www.researchgate.net/publication/270577604_Sovereign_Debt_Default
- Duggar, E. (2018). Sovereign Debt Restructurings: The Case of Venezuela. Venezuela's Debt Default. [Conferencia]. Moody's Investor Service.
- Hatchondo, J., Martinez, L. & Sapriza, H. (2007). The Economics of Sovereign Defaults. Economic Quarterly, 93(2), 163-187.
- Kalliomäki, M. (2012). Determinants of Sovereign Defaults. An examination of fundamental factors derived from credit ratings. [Master Essay]. University of Lund.

- Kaufmann, D., Kraay, A. & Mastruzzi, M. (2010). The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues. [World Bank Policy Research Working Paper No. 5430]. <https://ssrn.com/abstract=1682130>
- Manasse, P. & Roubini, N. (2005). Rules of Thumb for Sovereign Debt Crises. [IMF Working Paper. Fiscal Affairs Department]. <https://doi.org/10.5089/9781451860610.001>
- Megersa, F. (2019). Determinants of Sovereign Debt Default: Some Evidence from FCAS and MENA Countries. Institute of Development Studies. <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/14812>
- Moody's Investor Service (2020). Sovereign Defaults Series. The causes of sovereign defaults. Sector In Depth. 13 August 2020.
- Moody's Investor Service (2021). Sovereign Default and Recovery Rates, 1983-2020.
- Peña, C. (2014). Volatilidad fiscal y crecimiento económico. Venezuela, 1998-2010 Revista de Economía, XXXI(82), 37-76. Universidad Autónoma de Yucatán. <http://hdl.handle.net/10872/13974>
- Peter, M. (2002). Estimating Default Probabilities of Emerging Market Sovereigns: A New Look at a Not-so-New Literature. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1017468>
- Petróleos de Venezuela, SA. (2014). Balance de la Deuda Financiera Consolidada. 31 de diciembre de 2014. Con el Informe de los Contadores Públicos Independientes. <https://n9.cl/92rug>
- Reinhart, C. & Rogoff, K. (2004). Serial Default and the "Paradox" of Rich-to-Poor Capital Flows. American Economic Review, 94(2), 53-58. <https://doi.org/10.1257/0002828041302370>
- Reinhart, C., & Rogoff, K. (2008). This Time is Different: A Panoramic View of Eight Centuries of Financial Crises. [NBER Working Paper No. 13882]. <http://www.nber.org/papers/w13882>. <https://doi.org/10.3386/w13882>
- Reinhart, C., Rogoff, K. & Savastano, M. (2003). Debt Intolerance. Brookings Papers on Economic Activity, 2003(1) 1-74. Project MUSE. <https://doi.org/10.1353/eca.2003.0018>
- Schmitt-Grohé, S. & Uribe, M. (2017). Open Economy Macroeconomics. Princeton University Press.
- Tomz, M., & Wright, M. (2013). Empirical Research on Sovereign Debt and Default. [National Bureau of Economic Research Working Paper Series. No. 18855]. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2239522>
- World Bank Group (s.f.). Worldwide Governance Indicators (WGI). <https://info.worldbank.org/governance/wgi/>

Intervención Apreciativa dentro del Departamento de Especialidades de Pastas Capri C.A.

**Argelia María Olivo Reyes, Carlos Xavier Roa Vasquez,
Carmen Rosa Arzola Perera**

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

A.olivo@correo.unimet.edu.ve Croa@correo.unimet.edu.ve Carzola@unimet.edu.ve

Abstract: Cooperrider y Srivastva (1987) proponen una nueva metodología la cual denominan Indagación Apreciativa (I.A.). La misma se centra en las fortalezas y destaca lo mejor que tienen las personas y las empresas para ofrecer, y a partir de esto se puede generar cambios transformadores centrados en el potencial que ya se posee y, por consiguiente, crear un mejor clima organizacional. Este estudio tuvo como objetivo aplicar las cinco fases a través de las cuales se implementa la I.A., en el Depto. de Especialidades de Pastas Capri C.A., sede Carrizal. Es en el año 2019 cuando la organización tomó la decisión de crear el departamento de Especialidades, y es en el 2021 que se definió formalmente el rol del jefe del departamento, posición que ocupó una de las integrantes del departamento de Empacado. Por lo tanto, se presentó la necesidad de realizar una intervención organizacional, con la finalidad de unificar a los colaboradores como un solo equipo que estuviese centrado en el logro conjunto de los objetivos departamentales. La intervención se llevó a cabo bajo una modalidad de proyecto social con un enfoque cualitativo, y bajo el diseño de Investigación-Acción práctica, implementando la metodología de la I.A. con 12 participantes. A partir de esta intervención se logró mejorar el ambiente laboral interrelacionando a las personas que hacen vida en dicha unidad, junto a la nueva figura de líder. La colaboración grupal y el compañerismo generaron una mejor relación entre los colaboradores, y por consiguiente mayor bienestar personal y organizacional.

Keywords: Indagación Apreciativa, Bienestar laboral, Psicología Organizacional Positiva, Intervención Organizacional, David Cooperrider.

1. INTRODUCCIÓN

David Cooperrider junto a Surech Srivastva proponen en la década de los ochenta una metodología de intervención llamada Indagación Apreciativa (I.A.), que permite generar un cambio transformador a nivel organizacional centrado en las oportunidades de innovación y el fortalecimiento de las competencias y fortalezas que ya poseen las empresas a través de su capital humano, esto impacta en el clima laboral y el bienestar grupal, dando como resultados una organización más saludable (Cooperrider y Srivastva, 1987)

En este estudio se pudo implementar la metodología de la Indagación Apreciativa, dando respuesta a una necesidad planteada por el departamento de Recursos Humanos de la empresa Pastas Capri C.A., sede Carrizal, debido a que en el año 2019 se creó la unidad de

Especialidades para producir una línea de pastas de alta gama haciendo una fusión de trabajadores de varias unidades, sin embargo, no se definió una figura de líder sino hasta el año 2021, que es cuando se nombra formalmente al jefe de departamento y desde entonces se vivencianaron múltiples conflictos laborales.

La propuesta de la intervención se llevó a cabo en el año 2022 bajo la modalidad de Proyecto Social con un enfoque cualitativo, un diseño de Investigación-Acción práctica e implementando la metodología de la I.A. con 12 participantes del depto. de Especialidades de Pastas Capri C.A., y consistió en desarrollar el ciclo de las cinco fases a través de las cuales se implementa la metodología de la Indagación Apreciativa, con el fin de interrelacionar a los colaboradores como equipo de trabajo enfocado en el logro de los objetivos departamentales, destacando que un ambiente sano es indispensable para mantener un desempeño óptimo dentro de cualquier unidad de trabajo.

La metodología de la I.A. se ejecuta a través de cinco fases, que Subirana y Cooperrider (2013) definen como el "Ciclo de las 5D de la I.A." (p. 221), con las cuales se puede generar un cambio transformador en todos los niveles del sistema, permitiendo así impactar de manera positiva en los procesos propios de los trabajadores y por tanto en la empresa.



Figura 1: Ciclo de las 5D de la I.A. Fuente: elaboración propia

Las fases mencionadas en la figura 1 son: **DEFINIR** los aspectos concretos de la investigación, tales como necesidades a abordar, temas a tratar, cantidad de participantes, entre otros; **DESCUBRIR** lo que mueve a la organización a través de la investigación positiva y la construcción conjunta de un **Núcleo Positivo** que representa el centro vital del grupo; **SOÑAR (Dream)** lo que se quiere llegar a ser en el departamento ideal y formular la visión compartida destacando el potencial de su capital humano; **DISEÑAR** un plan de acción basado en ideas innovadoras que reten al equipo para lograr su objetivo; y por último, la fase de **DESTINO**, donde se lleva a cabo dicho plan de acción, se revisan los logros departamentales obtenidos y se hacen sesiones de seguimiento oportuno a las acciones.

2. REVISIÓN TEÓRICA

La I.A es una metodología que surge a partir de la teoría de la Psicología Organizacional Positiva (POP), la cual a su vez nace de la Psicología Organizacional (PO) y de la Psicología Positiva (PP).

Por su parte, la PO estudia cómo influyen los procesos sociales, ambientales y laborales en el comportamiento y desempeño de su capital humano; al respecto, Zepeda (1999) señala que “se dedica al estudio de los fenómenos psicológicos individuales al interior de las organizaciones, y a través de las formas en que los procesos organizacionales ejercen su impacto en las personas” (p.3). Actualmente podemos relacionar a la PO con la PP, creada por Martin Seligman a finales de los años 90, quien la propone como nuevo enfoque de la Psicología que se centra en el desarrollo de las cualidades positivas, incrementando las capacidades y fortalezas de las personas, de manera que se promueva la excelencia en cualquier ámbito vital en el que se desarrollan a través del florecimiento humano centrado en entender y potenciar las emociones positivas y no solo reparar los aspectos negativos presentes (Bolaños e Ibarra, 2017).

A partir de este nuevo paradigma, se origina la Psicología Organizacional Positiva (POP), cuyo foco es optimizar los recursos y procesos propios de la organización y sus colaboradores a partir de la identificación de las fortalezas individuales y colectivas dentro de la empresa, fomentando así el bienestar psicológico (Vásquez, 2018). Esta corriente no busca desaparecer los problemas o debilidades existentes, sino darles un sentido, para luego enfocarse en el desarrollo de los cuatro elementos que constituyen el Capital Psicológico Positivo planteado por Luthans y Youssef (2007): Esperanza, Autoeficacia, Resiliencia y Optimismo; y que luego Salanova y Schaufeli (2009) le agregan un quinto elemento: Engagement o Vinculación Psicológica, permitiendo generar un cambio positivo y por consiguiente crear organizaciones más saludables y sostenibles en el tiempo.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Objetivo general:

Desarrollar las fases del modelo de la Indagación Apreciativa: definir, descubrir, soñar, diseñar y destino, con la finalidad de crear un ambiente de trabajo positivo en el departamento de Especialidades de Pastas Capri C.A. sede Carrizal.

3.2. Objetivos específicos:

1. Definir junto a los participantes del departamento de Especialidades de Pastas Capri C.A., los temas que se abordarán a lo largo de la intervención.
2. Indagar sobre las diversas experiencias o elementos positivos y exitosos, tanto individuales como grupales, que permitan la creación del Núcleo Positivo del departamento de Especialidades.
3. Destacar aquellos deseos o pensamientos positivos con los que se quiere construir una nueva visión de futuro del departamento de Especialidades.

4. Crear un plan de trabajo estructurado junto a todo el grupo, con el fin de orientar las acciones de la nueva visión del departamento.
5. Explorar la ejecución del plan de acción diseñado anteriormente, a través de tres sesiones de seguimiento.

4. METODOLOGÍA

4.1. Participantes del estudio:

Se contó con la participación de 12 trabajadores de la unidad (que representó el 46.15%) incluyendo a la jefe del departamento de Especialidades. Se destaca que debido a que se trabajó con un departamento enfocado en la línea de producción, no fue posible incorporar a todos los integrantes ya que operan por turnos de trabajo para no parar el proceso productivo de dicho departamento.

4.2. Diseño de investigación:

Para desarrollar la intervención se utilizó un enfoque de tipo cualitativo. Denzin y Lincoln (2012) lo definen como “un multimétodo focalizado, incluyendo interpretación y aproximaciones naturalistas a su objeto de estudio” (p.2). Autores plantean que se estudia el conflicto que puede presentar un grupo particular en un espacio propio, lo que permite a los investigadores comprender e interpretar las situaciones que los caracterizan y las percepciones y significados que estos les otorgan.

La modalidad utilizada fue de Proyecto Social, cuya definición está expresada en el artículo 13 del reglamento de trabajo de grado de pregrado (UNIMET, 2013):

El Proyecto Social consistirá en la elaboración de un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o a una necesidad de tipo social, ya sea de un grupo, de una institución, o de una comunidad, a partir de un diagnóstico de las necesidades, donde se podrán explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio enmarcadas en acciones sociales preventivas y remediales en áreas como la educativa, salud, vivienda, legal, entre otras (p.3).

El diseño utilizado fue el de la Investigación-Acción práctica. Sandín (2003, citado en Hernández et al., 2010) señala que la Investigación-Acción permite “propiciar el cambio social, transformar la realidad y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación” (p. 509). Por su parte, Álvarez-Gayou (2003, citado en Hernández et al., 2010) destaca como perspectiva vital su visión, expresando que:

Su objetivo va más allá de resolver problemas o desarrollar mejoras a un proceso, pretende que los participantes generen un profundo cambio social por medio de la investigación. El diseño no sólo cumple funciones de diagnóstico y producción de conocimiento, sino que crea conciencia entre los individuos sobre sus circunstancias sociales y la necesidad de mejorar su calidad de vida (p. 510).

La Investigación Acción práctica sigue un ciclo el cual inicia a partir de la observación para recolectar datos e identificar problemáticas, posteriormente reflexionar e interpretar los mismos para luego generar un plan de acción que aborde las necesidades percibidas y

finalmente ejecutar dicho plan de manera que se solvete el problema y generar mayor bienestar. Este diseño es similar al de la I.A. ya que se centran en el cambio social de un grupo específico utilizando una metodología similar para llevar a cabo dicho cambio.

La metodología aplicada para el desarrollo de esta intervención fue el de la Indagación Apreciativa: Ciclo de las 5D (Subirana y Cooperrider, 2013), cuyas fases son:

1. DEFINIR: Para iniciar la intervención se realizó una Entrevista de Diagnóstico de Necesidades con el líder del departamento, con el fin de detectar las expectativas y elementos de logística, tales como espacios y recursos disponibles, participantes, etc. Luego de esto se contrastaron las necesidades percibidas por el líder y las percibidas por el grupo de trabajo, para luego a través de una votación grupal definir los temas que se abordarán durante la intervención, de manera que se genere un compromiso entre los participantes y los investigadores.

2. DESCUBRIR: Esta fase consiste en identificar qué funciona de manera correcta dentro del grupo de trabajo y de la empresa. A través del uso de entrevistas y diálogos apreciativos, fue posible identificar elementos claves para el equipo, tales como los momentos de éxito, experiencias positivas y las fortalezas dentro del equipo. Identificando los elementos cumbre en los procesos colaborativos, que a su vez dan vida a la organización, y fomentan el sentido de pertenencia de sus colaboradores y por consiguiente, impactando en la motivación del grupo. A partir de todo esto, los participantes pudieron elaborar su Núcleo Positivo (NP) que, según Subirana (2020) es lo que constituye el centro vital de cada persona y/o grupo, permitiendo desarrollar el pleno potencial de las competencias, habilidades y talentos ya existentes. Para el desarrollo de este NP se realizó un análisis de contenido grupal que generó respuestas categorizadas.

3. SOÑAR: Aquí se construye la idea de lo que se podría llegar a ser. A partir de los logros y aciertos descubiertos en la fase anterior, se pudieron plantear nuevas propuestas que permitan mejorar el futuro del grupo y la organización. Aquí se incrementa la creatividad de los participantes identificando y creando una visión que orienta los esfuerzos grupales para mejorar lo que ya posee la organización, y que se plasmó en un Sueño Compartido. Para esto fue necesario considerar las propuestas de los sueños individuales comunes y no comunes, posterior a esto se realizó una votación, y a partir de los resultados se realizó una propuesta colectiva del Sueño Compartido.

4. DISEÑAR: Para lograr el Sueño Compartido planteado en la fase anterior, se elabora un plan de acción donde se toman propuestas innovadoras y retadoras de los participantes que permitan generar un cambio real dentro de su entorno. Varona (2009) expresa que dichas propuestas “integran los elementos (factores) de la cultura y de la infraestructura organizacional que son necesarios para construir (hacer realidad) el sueño. Las proposiciones provocativas contienen una visión clara y realista de lo que será el destino de la organización” (p. 409-410). Es crucial implementar la técnica de discusión y análisis grupal para llegar a los acuerdos pertinentes durante el desarrollo de esta fase.

5. DESTINO: Finalmente, en esta fase se implementa el plan de acción a partir de las acciones diseñadas anteriormente. A través de sesiones de seguimiento se pudo evaluar los

resultados alcanzados durante el periodo establecido para la intervención, destacando la importancia de utilizar una mirada apreciativa en todos los procedimientos y metodologías de trabajo del grupo. En estas sesiones se llevaron a cabo discusiones, análisis individuales y grupales que permitieron a los investigadores conocer los avances logrados durante la implementación de las acciones innovadoras, el nivel de efectividad del plan de acción, la aceptación y la adaptación de los grupos junto al impacto obtenido en el desempeño grupal y los procesos organizacionales propios.

5. RESULTADOS

Al culminar la siguiente intervención, se pueden destacar los siguientes elementos logrados en cada fase de la I.A. en el departamento de Especialidades de Pastas Capri C.A:

Fase DEFINIR:

A través de la entrevista de diagnóstico de necesidades realizada a la jefe del departamento, se indagó sobre los temas de su interés para trabajar en la intervención y su respuesta fue: reforzar el seguimiento de normas, disciplina y honestidad en los procesos de evaluación de calidad que se llevan a cabo dentro del departamento. Por otra parte, utilizando una dinámica grupal se realizaron preguntas diagnósticas de necesidades donde los participantes propusieron los siguientes temas: reforzar la confianza para realizar las labores, reforzar el pensamiento crítico, mejorar la unión y el compañerismo y, por último, mejorar el compromiso y respeto grupal.

Posteriormente, se realizó un contraste entre ambas propuestas y se llevó a cabo una votación para concretar los temas de la intervención, obteniendo como resultado los siguientes:

1. Unión del equipo y compañerismo.
2. Respeto y compromiso.
3. Confianza para el desempeño de labores.

Para culminar con esta fase, se definieron las normas de funcionamiento grupal bajo las cuales se dirigieron las dinámicas de trabajo a lo largo de la intervención, y de manera conjunta se elaboró el logotipo y eslogan del proyecto el cual fue “JUNTOS PODEMOS LOGRARLO”

Fase DESCUBRIR:

Se llevaron a cabo 4 entrevistas apreciativas grupales para poder conocer las opiniones de los participantes. Los investigadores transcribieron las respuestas obtenidas, que fueron claves para la dinámica del análisis de contenido grupal y posteriormente fueron categorizadas.

Finalmente se realizó una votación que dio como resultado cuatro declaraciones que conformaron el Núcleo Positivo (NP). Las mismas se exponen a continuación:

- **Valores:** “Trabajamos bajo los valores del respeto a nosotros mismos y nuestro trabajo.” “Estamos comprometidos con nuestros compañeros y con nuestro trabajo para sacar adelante el trabajo y llegar a la meta de producción”.
- **Unión:** “Sentimos que esta es nuestra segunda casa y que somos una gran familia.” “Nos comunicamos de manera efectiva”.
- **Compromiso:** “Sentimos que hay compromiso en el grupo cuando colaboramos y nos apoyamos entre nosotros para sacar adelante el trabajo de un compañero.” “Sentimos que hay compromiso cuando hay amistad y armonía en nuestros compartirnos” .
- **Agradecimiento:** “Nos sentimos agradecidos de tener oportunidades de aprender nuevas labores.” “Nos sentimos agradecidos cuando la jefa nos da un voto de confianza pidiendo que la ayudemos con una tarea”.

Tomando en consideración que solo participaron 12 de los 26 colaboradores del departamento (46,15% del número total de trabajadores del departamento), dichas declaraciones del NP, al contener enunciados positivos, pueden ser fuente de motivación para el resto del grupo que no estuvo presente, ya que se reconocieron aspectos positivos propios a su dinámica y entorno laboral, lo cual puede generar un impacto positivo en el ambiente del departamento.

Fase SOÑAR:

Para esta fase se trabajó bajo la premisa de “En tres meses me gustaría que el departamento de Especialidades fuera...”; cada participante plasmó de manera escrita su propuesta de visión individual. Luego, por medio de una votación se seleccionaron los elementos más destacados que permitieron elaborar de manera colaborativa el Sueño Compartido, permitiendo que todos los integrantes se sintieran partícipes, identificados y motivados a perseguirlo. El mismo se presenta a continuación:

“Nosotros soñamos con fomentar el compañerismo, confianza para el desempeño de nuestras labores y el respeto en cada uno de los miembros del departamento de Especialidades, logrando ser un equipo más unido y comprometido con sus integrantes y con los valores que caracterizan a esta empresa. Esperamos lograrlo desde el mes de noviembre del 2022 hasta el mes de marzo del 2023”.

Fase DISEÑAR:

Para la creación de un plan de acción, se tomaron en consideración diferentes propuestas innovadoras y retadoras partiendo de las fortalezas y áreas de oportunidad del grupo. Permitiendo abordar los tres temas definidos para la intervención (Unión del equipo y compañerismo; Respeto y compromiso; Confianza para el desempeño de labores).

Durante estas sesiones se implementaron diferentes dinámicas que promovieron la discusión y análisis grupal; los participantes se dividieron en grupos y propusieron ideas innovadoras que representaran un reto y a su vez una oportunidad de crecimiento real para abordar los tres temas propuestos para la intervención y lograr el Sueño Compartido. Posteriormente dichas ideas fueron aprobadas por el grupo completo, esto dio paso a la

asignación de actividades específicas y tiempo de ejecución previamente revisadas, para luego poder asignar a cada responsable del seguimiento tomando en consideración las destrezas personales de cada integrante.

Fase DESTINO:

Finalmente, durante esta fase los participantes ejecutaron el Plan de Trabajo. Es una etapa donde los participantes trabajaron de manera autónoma y los investigadores realizaron tres visitas de seguimiento. La primera sesión de seguimiento se llevó a cabo dos meses después del diseño del plan de trabajo. Esto permitió consultar con los integrantes como había sido el desenvolvimiento de su tarea, y conocer si hubo inconvenientes o dudas en la ejecución de alguna de las actividades y cómo fueron abordadas. Por otra parte, se presentaron herramientas y alternativas ante estas situaciones y se hizo un seguimiento de dichos resultados en las dos sesiones posteriores. Se concluye esta fase al administrarse una encuesta como instrumento de retroalimentación donde se exploró la percepción de cada participante sobre los cambios implementados dentro del departamento de Especialidades luego de concluida la intervención.

6. CONCLUSIÓN

Implementar la metodología de la I.A. en el dpto. de Especialidades de Pastas Capri C.A. sede Carrizal, generó beneficios y mejoras a nivel grupal e institucional. Se logró mejorar el ambiente laboral, integrando a los colaboradores que formaban parte de dicha unidad y los que se incorporaron del dpto. de Empacado, e incluyendo de manera exitosa la figura de líder a través de los recursos brindados en esta intervención. Todo esto propició el fortalecimiento de vínculos entre colaboradores, mejorando su cooperación y bienestar.

A su vez, se logró potenciar el nivel de autoconocimiento de los participantes dando como resultado mejoras dentro de las prácticas propias del departamento y, por consiguiente, nuevas oportunidades de desarrollo para sus integrantes. Las actividades ejecutadas a lo largo de la intervención permitieron impactar en los niveles de compromiso y motivación, al destacar el rol activo de cada participante dentro de la ejecución del plan de acción. De esta manera se logró introducir los cambios favorables planteados por el grupo en el Sueño Compartido utilizando como recurso sus fortalezas personales, grupales y las propias de la empresa.

Para concluir, a lo largo de la intervención se destacó uno de los elementos clave de la I.A. relacionado con el principio de que toda persona, y por consiguiente toda empresa, tiene algo que funciona de manera adecuada y positiva, por lo que podemos afirmar que lo que ya operaba bien, sirvió como base para generar cambios transformadores en los participantes y en el propio departamento, permitiendo entonces que los aprendizajes alcanzados durante esta investigación puedan, probablemente, perdurar en el tiempo y sirvan como motivación a futuro para continuar trabajando en pro a la evolución de su desarrollo tanto individual como laboral.

REFERENCIAS

- Bolaños, R. e Ibarra, E. (2017). *La psicología positiva: Un nuevo enfoque para el estudio de la felicidad.* Razón y Palabra, 21(96), 660-679
<https://www.redalyc.org/articulo.ox?id=199551160035>
- Cooperrider, D. & Srivastva, S. (1987). Appreciative inquiry in organizational life. In Woodman, R. W. and Pasmore, W.A. (Eds.), *Research in Organizational Change and Development*, 129-169. JAI Press.
- Denzin, N. y Lincoln, Y. (2012) *Introducción. Ingresando al campo de la investigación cualitativa Manual de Investigación cualitativa*. 1-43. Gedisa.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de investigación*. (5ta. ed.) McGrawHill.
- Luthans, F. y Youssef, M. (2007) *Human, social and now positive psychological capital management: investing in people for competitive advantage*. Organizational Dinamics.
- Salanova, M. y Schaufeli, W. (2009). *El engagement en el trabajo. Cuando el trabajo se convierte en pasión*. Alianza Editorial.
- Subirana, M. (2020). *Florecer juntos: Guía de coaching apreciativo*. Kairós.
- Subirana, M. y Cooperrider, D. (2013). *Indagación apreciativa: Un enfoque innovador para la transformación personal y de las organizaciones*. Kairós.
- Universidad Metropolitana (UNIMET). (2013) *REGLAMENTO DE TRABAJO DE GRADO DE PREGRADO* <https://www.unimet.edu.ve/unimetsite/wp-content/uploads/2013/12/3.6.-Reglamento-de-Trabajo-de-Grado-de-Pregrado.pdf>.
- Varona, F. (2009). *La Intervención Apreciativa: Una manera nueva, provocadora y efectiva para construir las organizaciones en el siglo XXI*. Uninorte
- Vásquez, N. (2018). *Una mirada a la psicología organizacional positiva* <https://rhpositivo.net/una-mirada-a-la-psicologia-organizacional-positiva/>
- Zepeda, F. (1999). *Psicología organizacional*. 2(1).
<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1305/1/Zepeda-%20psicolog%C3%A9%20organizacional%202da%20ed.pdf>

Frescolita, una marca más allá del refresco

Luis L. Cova F., Oriana Bello F. y Mónica A. Ladera M.

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

lcova@unimet.edu.ve, obelloferreiro@gmail.com, momoladera@gmail.com

Abstract: En este trabajo se desarrolla una estrategia de extensión de productos para la marca Frescolita, considerando su trayectoria y reputación en el mercado venezolano. De esta manera, se podrá ampliar la cartera de productos bajo la marca, diversificarse a distintas categorías y por lo tanto generar mayores ingresos para la empresa dueña de la marca. Para ello, se realizó una investigación documental sobre bebidas gaseosas, tendencias en el mercado, marcas referentes a nivel internacional y competidores actuales en Venezuela, que han puesto en práctica estrategias de extensión de marca. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a los especialistas del departamento de mercadeo de Coca-Cola FEMSA de Venezuela lo que permitió identificar parámetros importantes desde la óptica de la empresa propietaria de la marca en el país. La recolección de datos del consumidor se realizó con una investigación de campo, estadísticamente válida. A partir de esta investigación, se logró determinar el nivel de aceptación por parte de los consumidores de diferentes productos y categorías que pudieran utilizar la marca Frescolita. Con base a este análisis, se plantea un árbol de decisión con sus respectivas soluciones de marca, que guíen las decisiones a este respecto.

Keywords: Branding, Mercadeo, Extensión de Marca, Refresco y Consumo Masivo

1. INTRODUCCIÓN

Una extensión de marca es una estrategia de *branding*¹ en la que se utiliza una marca² establecida para introducir un nuevo producto que puede o no estar relacionado con la categoría original. Esta debe incluir los mismos atributos, entendiendo que estos son adjetivos que describen la esencia de la marca; y el mismo posicionamiento, lo que permite realizar las comunicaciones de forma clara y acorde al público objetivo, diferenciando la marca de sus competidores.

Hoy en día el manejo de la marca Frescolita está a cargo de Coca-Cola FEMSA de Venezuela (Organización Cisneros, 2022). La misma se ha mantenido en el mercado venezolano porque posee una trayectoria creada en base a la cultura, las tradiciones y los gustos de los venezolanos. Sus propiedades organolépticas (olor, color y sabor) son únicos y diferenciadores (Fress Beverages LLC, 2022). Adicionalmente, también resalta la espontaneidad y el carisma de las personas, conectándolo

¹ Se conoce como aquellas acciones que están relacionadas con el posicionamiento, el propósito y los valores de una marca de forma tal de poder influir en la decisión de compra de un usuario. (Palabra común que se denomina al desarrollo de una marca)

² Activo intangible que representa a un producto o servicio cuyas características, valores y atributos comunican su posicionamiento y qué lo diferencia frente a sus competidores.

con la propia identidad que caracteriza a los nativos del país junto con momentos, frases y acciones típicas nacionales (Team Aliado, 2013).

2. ESTUDIO

2.1. Metodología

Este estudio comprende una investigación cualitativa y cuantitativa. La primera fue documental a través de consulta de publicaciones en la categoría de bebidas gaseosas. Adicionalmente, se revisaron casos de marcas líderes mundiales y de competidores directos de la marca, por medio de sus comunicaciones en medios digitales.

También se realizaron entrevistas a especialistas en desarrollo de categorías, de Coca-Cola FEMSA de Venezuela. Esto permitió indagar sobre las tendencias actuales en el mercado venezolano y su percepción como conocedoras de la marca.

La investigación cuantitativa estudio las percepciones sobre los atributos de la marca, las categorías de productos que pueden ser comercializados y los hábitos de compra y consumo. La técnica utilizada para la recolección de datos fue una encuesta dirigida a consumidores y/o compradores de la marca. En base a esto, se recolectaron cuatrocientas veintidós (422) válidas³.

2.2. Análisis de los resultados

Se escogieron las marcas Gatorade y Coca-Cola dado que se han mantenido a lo largo del tiempo al adaptarse a los cambios en el comportamiento de los consumidores, como por ejemplo, la preocupación por la salud y el impacto medioambiental. La marca Gatorade ha incursionado en una extensión de productos más allá de las bebidas deportivas, ofreciendo variedad de opciones y sabores enfocados en consumidores cuyo objetivo es mantener su bienestar con creaciones bajas en calorías y azúcar, productos de alimentos como barras de proteína, geles de energía, entre otros.

La marca Coca-Cola también ha optado por incluir en su estrategia de marca esta tendencia del mercado utilizando su marca maestra, definida para esta ponencia como una que se emplea para extender una línea de productos, ofreciendo versiones de su producto principal con modificaciones dirigidas a diferentes segmentos y ocasiones de consumo.

Es importante resaltar que las generaciones jóvenes son quienes han incorporado estos cambios en su hábitos de compra, por lo que es imprescindible que se consideren estos temas en su propuesta de valor, de manera que ofrezcan diversidad de productos que se ajusten a sus deseos. Frescolita debe considerar incluir estas características para incorporar otros productos a su portafolio.

El resultado del éxito o fracaso de una extensión de marca está definido por las características de la marca madre. Como se ha visto dentro del estudio de estas marcas, han generado una fuerte ventaja competitiva dentro de nuevas categorías tras ofrecer gran variedad de productos bajo su nombre. Por eso, buscan que la expansión de sus líneas de productos transmita el valor (*equity*)⁴ de la marca madre, en cuanto a valores y atributos distinguídos.

Volviendo la atención al mercado venezolano, a través de entrevistas realizadas se obtuvo que dentro de dicho mercado las marcas consideradas competidoras directas son aquellas que representan bebidas gaseosas no alcohólicas que tienen sabores y presentaciones similares. Entre ellas está Golden Kolita, que está dirigido al mismo segmento en referencia a la calidad del

³ Se logró un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 5%.

⁴ Se entiende como el valor adicional que agrega una marca a la oferta de un producto

producto, y cuenta, con una comunicación activa en redes sociales, que es dinámica e interactiva. Esta marca es percibida con atributos de Cercana y Juvenil.

La marca Golden ha logrado expandir su portafolio con el sabor kolita enfocándose directamente en el público infantil entre los 7 y 12 años de edad dado que los jóvenes tienen mayor inclinación hacia esta bebida es por su sabor dulce y los colores llamativos del empaque que incentivan el entretenimiento de los más pequeños (Russell, 2020). En este sentido, la marca procedió a añadir a su portafolio gelatina en polvo apalancándose en los atributos Divertida y Variada en sabores de la marca Golden.

Otro competidor importante en el mercado venezolano es la marca Glup, caracterizándose por ofrecer productos de excelente calidad a un precio inmejorable. A su vez, ha incorporado al mercado una línea de bebidas carbonatadas llamada “Glup! Saborizados”, dentro de las que se encuentra Glup! Kolita dirigiéndose al segmento infantil y de jóvenes como una marca con los atributos Jovial, Divertida y Venezolana (Ordoñez, 2018).

Adicionalmente, se realizó la investigación de campo directo con el comprador y consumidor del producto único que existe hoy en día bajo la marca Frescolita. Esta se realizó a través de encuestas sobre la percepción de dos segmentos: el primero el consumidor objetivo especificado por Coca-Cola FEMSA de Venezuela, conformado por jóvenes adultos entre 20 y 28 años de edad, donde se obtuvieron doscientas treinta y ocho (238) respuestas; y el segundo, el segmento de niños, ya que como investigadores observamos que en Venezuela la marca Frescolita es tradicionalmente consumida por niños en cumpleaños y fiestas infantiles; de aquí se obtuvieron sesenta y tres (63) respuestas. Frescolita se encuentra presente en la mente de los consumidores del mercado venezolano por su trayectoria y sabor único, a pesar de no realizar mayor publicidad tradicional o digital.

En las entrevistas se obtuvo que los atributos que caracterizan a la marca Frescolita son: Amistosa, Dinámica, Optimista, Única, Espontánea, Alegre, Trabajadora, Auténtica, Venezolana y Refrescante. En el Gráfico 1 se muestran las percepciones positivas de los encuestados, que indican que dichos atributos si representan a la marca; en el eje horizontal se encuentran los atributos junto con una línea que indica el promedio del total de respuestas, mientras que el eje vertical indica el porcentaje de percepciones positivas que obtuvo cada atributo.

Se resalta que, hasta el momento de la elaboración de este estudio, el departamento de mercadeo de Coca-Cola FEMSA de Venezuela no ha considerado sacar otros productos al mercado bajo la marca Frescolita, ya que pertenece únicamente a la categoría de bebidas. Sin embargo, consideran factible entrar en la categoría de *snacks*⁵ con productos como masticables, helado y galletas. Esto concuerda con lo señalado por los segmentos de consumidores en las encuestas, ya que mediante preguntas abiertas⁶ se les solicitó que establecieran tres productos que estarían dispuestos a comprar o consumir bajo la marca Frescolita.

⁵ Tipo de alimento o aperitivo que satisface el hambre entre comidas.

⁶ Representa un tipo de pregunta con formato libre que permite obtener detalles más profundos en las respuestas de los encuestados.

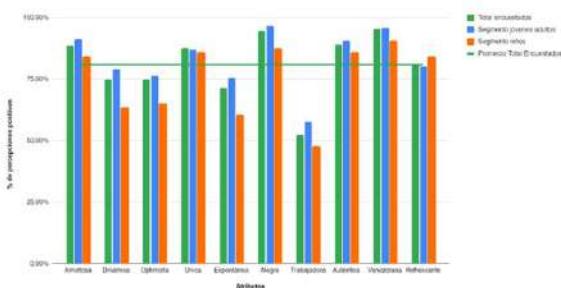


Gráfico 1. Atributos percibidos de la marca Frescolita.

Fuente: Elaboración propia.

Se pudo observar que los cinco más nombrados por el segmento de jóvenes adultos fueron: masticables, helado, gelatina, bebida energética y chupeta en ese orden de preferencia (Gráfico 2.A); mientras que los cinco productos más nombrados por el segmento de niños fueron masticables, gelatina, helado, chupeta y agua saborizada en ese orden respectivamente (Gráfico 2.B). El producto con mayor cantidad de menciones en ambos segmentos fue masticables; helado, gelatina y chupeta coinciden, pero con algunas discrepancias respecto al orden, y los productos en los que difieren los segmentos de consumidores son bebida energética y agua saborizada. En los gráficos el eje horizontal establece los productos aceptados y el eje vertical corresponde al porcentaje de menciones que obtuvo cada producto.

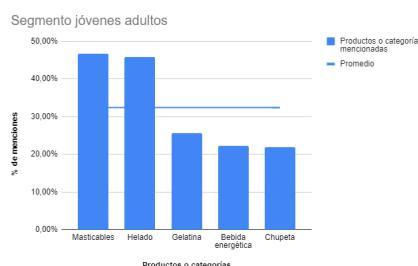


Gráfico 2.A. Productos aceptados por el segmento jóvenes adultos.

Fuente: Elaboración propia.

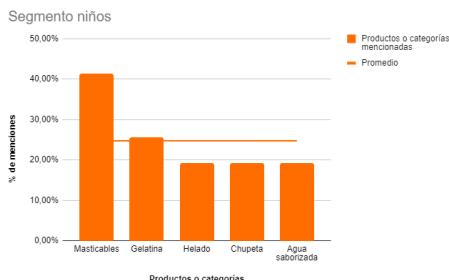


Gráfico 2.B. Productos aceptados por el segmento niños.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó una serie de preguntas asistidas⁷ para definir la probabilidad de compra de ciertos productos bajo la marca Frescolita. Se elaboraron en base a las investigaciones realizadas sobre marcas referentes y competidores, información proporcionada en las entrevistas y a la observación de los investigadores respecto al mercado venezolano. Se consideraron otras categorías como la de bebidas, comestibles, postres, vestimenta y productos no alimenticios. Donde se evidenció que los usuarios tienen una buena aceptación por las bebidas en general, masticables y chupetas, helado y gelatina, bebida en polvo. También ropa de playa, deportiva, casual, ropa para niños, accesorios y artículos escolares.

Para establecer con exactitud los productos principales que no serían aceptados, se solicitó a los encuestados indicar tres productos que no estarían dispuestos a comprar o consumir bajo la marca Frescolita. Los cinco productos más nombrados por el segmento de jóvenes adultos fueron: medicamentos, ropa formal, cosméticos, aseo personal y electrodomésticos en ese orden de preferencia; en comparación con el segmento de niños fueron medicamentos, comida salada, aseo personal, cosméticos y cerveza, vinos u otros similares en ese orden respectivamente.

2.3. Implicaciones de los resultados

Estrategia de Marca Percibida

Frescolita perteneciendo a la categoría general de alimentos, se posiciona en la vía de comunicación⁸ de Nueva Generación, acercándose al lado emocional; ya que se dirige a un público joven de forma alegre y dinámica. Competidores como Golden se encuentran en la misma vía de comunicación transmitiendo cercanía y entretenimiento; Glup por su parte, se posiciona en Sabor y Placer tras ofrecer un sabor dulce y burbujeante. Marcas referentes como Gatorade califican en Energía por enfocarse en consumidores cuyos hábitos están centrados en el deporte; mientras que Coca-Cola se posiciona en Sabor y Placer brindando satisfacción por medio del gusto.

⁷ Son aquellas donde el encuestado debe seleccionar una respuesta de un conjunto determinado de opciones.

⁸ Son las diferentes ideas fundamentales a través de la cual se posiciona una marca, dependiendo de la categoría a la cual pertenece. Se esquematiza en un diagrama lineal que parte desde las características distintivas más racionales hasta las más emocionales. (Rivero & Torres, 2020)



Figura 5. Vía de comunicación Frescolita.

Fuente: Elaboración propia.

Los atributos de distinción de la marca Frescolita son **Amistosa** y **Única**, ya que estas son las características que diferencian a la marca de sus competidores. Se considera Amistosa ya que representa la opción perfecta para acompañar las comidas típicas venezolanas, en reuniones familiares o momentos especiales. Y Única por ser la pionera en desarrollar ese sabor tan característico, manteniendo su trayectoria en el país y estar directamente relacionada a la cultura y tradiciones venezolanas.

El posicionamiento percibido que tiene Frescolita a partir de la investigación realizada, es:

“Desde niños hasta adultos jóvenes entre las edades de 5 a 28 años, la marca Frescolita es la línea de bebidas y otros productos alimenticios reconocidos por su sabor distintivo, que ofrece bebidas y snacks listos para consumir, porque así pueden disfrutar de ocasiones únicas y expresar afecto hacia sus seres queridos de manera que se sienten orgullosos de su cultura y los hace recordar buenos momentos”

Solución de Arquitectura de Marca de Producto para Frescolita

Se determina que los productos o categorías que conforman el Núcleo tienen presencia en el sector, y representan los atributos de distinción de la marca. La solución de arquitectura va a estar determinada por la categoría a la que pertenece; se clasifica como una marca maestra con gradación si entra en la categoría de refrescos. Si se refiere a otra categoría, se clasifica como una marca maestra con denominación. En ambos casos van dirigidas al mismo segmento objetivo y tienen relación con la estrategia de marca.

En la Figura 11 se presentan los ejemplos de las soluciones planteadas para Frescolita, la marca con gradación es “Frescolita Clásica” la cual incluye una leve variación al incluir el término “Clásica” manteniendo la esencia y el diseño correspondiente de la marca maestra. La marca con denominación corresponde a “Frescolita Gelatina”, en este caso se conserva el valor y las características de la marca principal, pero se agrega la palabra “Gelatina” junto con un símbolo que hace referencia al tipo de producto.

En esta investigación se definió el Alcance con los productos o categorías que son comercializados en el sector; sus atributos son suficientes para comercializarlo en el mercado y van dirigidos a un segmento grande de consumidores. Se clasifican como una marca maestra con diferenciación cuando pertenecen a la categoría de alimentos; de lo contrario se requiere crear una nueva marca, que lleve el poder de mercado de la marca maestra, clasificándose como una marca combinada.

Para la marca con diferenciación se estableció “Frescolita Sweets” englobando productos como masticables y chupetas, por lo que se mantiene el nombre original, pero para distinguirla se añade esta nueva mezcla de colores y la palabra en inglés “Sweets” para hacerla única y apropiarse del término. En relación a la marca combinada, se determinó “Frescolita Solita⁹” de manera de incluir en el portafolios artículos escolares por medio de una alianza con la marca de la línea de productos elaborados y distribuidos por la marca Solita⁹, por lo que ambas marcas se enlazan compartiendo las características propias que poseen cada una.

Marca maestra	
Marca maestra con gradación	
Marca maestra con denominación	
Marca con diferenciación	
Marca combinada	
Marca endosada	
Un producto, una marca	

Figura 11. Arquitectura de producto de la marca Frescolita.

Fuente: Elaboración propia

⁹ Empresa dedicada a la producción de productos escolares y didácticos.

La Frontera está conformada por productos y categorías que son comercializados en el sector, sus atributos son suficientes para comercializarlo en el mercado y van dirigidos a un segmento *pequeño* de consumidores. O también por productos que requieren de atributos adicionales sin ser contradictorios con los de Frescolita. Para desarrollar la arquitectura se requiere crear una marca independiente, y con el fin de apoyar su posicionamiento se le endosa la marca principal. Para ello, se planteó “Baloo by Frescolita” como una marca independiente para productos como el chocolate, incluyendo gráficos alusivos a la categoría y resaltando atributos que posee la marca original para impulsar su lanzamiento.

Finalmente, en Fueras se encuentran aquellos que no son comercializados en el sector; que sus atributos contradicen a los de la marca Frescolita. Por lo tanto, se requiere crear una nueva marca, que tenga una estrategia distinta; de este modo, se puede utilizar cualquier logo que tenga que ver con la categoría y no esté relacionado con Frescolita, como una de artículos electrodomésticos, que se exemplifica con ElectricOn.

3. CONCLUSIÓN

En esta investigación se desarrolló una extensión de marca, demostrando que los productos que más se acercan a los atributos distintivos de la marca, son aquellos que tienen mayor probabilidad de ser aceptados por el segmento de consumidores de la marca Frescolita en el mercado venezolano.

Al identificar los aspectos relevantes para la marca se destaca que es percibida para niños, ya que sus principales ocasiones de consumo son fiestas infantiles, celebraciones de cumpleaños y reuniones familiares. Además, es considerada una marca de tradición por su trayectoria en el consumo familiar y el aprecio de parte de los venezolanos.

Con base a la encuesta a los compradores y consumidores de la bebida Frescolita, se propuso cuáles categorías de productos podrían ser aceptados o no por los consumidores, por lo que estos aceptarían principalmente los productos en la categoría de bebidas no alcohólicas, golosinas y postres, que cuenten los atributos Cercana, Juvenil, Divertida, Original y Arraigada; como lo son: agua saborizada, bebida en polvo, chupeta, gelatina, helado y masticables. También les sería natural aceptar otros productos pertenecientes a las categorías de bebidas, postres y accesorios como: artículos escolares, bebida energizante, chispitas, ropa de playa y sirop. Mientras que existen otros productos que requieren ser explicados para que los consumidores los acepten, ya que posee características que no se relacionan directamente a la marca; encontrándose en las categorías de vestimenta, dulces y otros productos como: artículos de limpieza y ambientadores, barras energéticas, cereal, chocolates, donas, mermelada, pudín, ropa de abrigo, entre otros.

Los productos que no serían aceptados son aquellos que sus características son contradictorias a los atributos de la marca, por ejemplo, tóxico, embriagante, tecnológico; perteneciendo a las categorías de hogar y salud, como lo son: los artículos de aseo personal, cosméticos, electrodomésticos, electrónicos, lencería, medicamentos, mobiliario y ropa formal.

Respecto a la ubicación en la arquitectura de producto, los productos que están en el Núcleo pueden clasificarse como una marca maestra con gradación o con denominación dependiendo si pertenece o no a la categoría de refrescos. Los productos que se encuentran en Alcance se clasifican como una marca maestra con diferenciación o como una marca combinada dependiendo si pertenece o no a la categoría de alimentos. En Frontera los productos se clasifican como una marca endosada y aquellos que están Fueras requieren crear una nueva marca.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los especialistas del Departamento de Mercadeo de la empresa Coca-Cola FEMSA de Venezuela C.A, por proporcionar información valiosa con respecto a la marca y prestar sus habilidades para el desarrollo de esta investigación. A la línea de Investigación de Branding y Presencia Digital del Departamento de Mercadeo de la Universidad Metropolitana de Caracas por darnos la oportunidad de proporcionar futuras investigaciones de bebidas en el mercado venezolano e indagar otros aspectos relacionados a las tendencias actuales de la industria

REFERENCIAS

- Fress Beverages LLC. (2022). *Fress kolita*. http://www.frescolita.com/?page_id=84
- Ordoñez, J. (2018). *Refrescos Glup. Mis Colecciones.* <http://miscolecciones-j-s.blogspot.com/2012/01/refrescos-glup.html>
- Organización Cisneros (14 de abril de 2022). *Cronología- Hit (bebida)*.
- Rivero, L & Torres, V (2020) *Estudio sobre la Percepción de la Marca Excelsior Gama en su Comunidad Digital durante el mes de enero del año 2020.* [PDF]. Trabajo de Grado Universidad Metropolitana
- Team Aliado (2013) *Frescolita conecta al Venezolano con su Venezolanidad* (online). MSC Noticias. Recuperado el 9 de octubre de 22 de <https://www.mscnoticias.com.ve/2013/09/frescolita-conecta-al-venezolano-con-su-venezolanidad/>

Conclusiones del proyecto de investigación

La autorregulación normativa empresarial.

Responsabilidad social, manejo de riesgos

y prevención de sanciones

Liliana Vaudo Godina

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

lvaudo@unimet.edu.ve

Abstract: El proyecto *La autorregulación normativa empresarial. Responsabilidad social, manejo de riesgos y prevención de sanciones*, adscrito a la línea de investigación Responsabilidad, compliance y buenas prácticas empresariales, del Departamento de Estudios Jurídicos de la Universidad Metropolitana, Caracas, se centró en estudiar el comportamiento preventivo de las empresas, su caracterización y funcionamiento sistémico con relación al ordenamiento jurídico positivo en Venezuela y las normas y estándares internacionales.

Su propósito se centró en establecer la importancia de las normas de derecho blando o de cumplimiento voluntario, como mecanismos dirigidos a garantizar que las empresas valoren a su capital humano, a su imagen corporativa y al entorno, a través de una correcta gestión de riesgos, la vigilancia y la evaluación de sus programas de cumplimiento.

Durante la investigación derivaron una serie de productos académicos que orientan la importancia de desarrollar dentro de las empresas una cultura de cumplimiento organizacional que les permita a través de la resiliencia y la innovación, ir incorporando estrategias y políticas de gestión que le permitan vincularse con el entorno y la sociedad para ser cada vez más responsables y sostenibles.

Se obtuvo como conclusión la importancia de fijar los parámetros de regulación dentro de las organizaciones, mediante el establecimiento de políticas sobre desempeño ético y prevención de conductas lesivas para la colectividad, la empresa y el entorno.

Keywords: Autorregulación, *compliance*, debida diligencia, derechos humanos, estándares, responsabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto *La autorregulación normativa empresarial. Responsabilidad social, manejo de riesgos y prevención de sanciones*, adscrito a la línea de investigación Responsabilidad, compliance y buenas prácticas empresariales, del Departamento de Estudios Jurídicos de la Universidad Metropolitana, Caracas, se centró en estudiar el comportamiento preventivo de las

empresas, su caracterización y funcionamiento sistémico con relación al ordenamiento jurídico positivo en Venezuela y las normas y estándares internacionales.

Su objetivo se centró en establecer la importancia de las normas de derecho blando como mecanismos dirigidos a garantizar que las empresas valoren a su capital humano, a su imagen corporativa y al entorno, a través de una correcta gestión de riesgos, la vigilancia y la evaluación de sus programas de cumplimiento, entendiendo éstos como un cuerpo normativo destinado a fijar los parámetros de regulación dentro de las organizaciones, mediante el establecimiento de políticas sobre desempeño ético y prevención de conductas lesivas para la colectividad, la empresa y el entorno.

El proyecto, buscó vincular el correcto desempeño de las organizaciones con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, especialmente al ODS 8, relacionado con el aseguramiento de una vida saludable y un crecimiento económico inclusivo y sostenible. Se trabajaron diferentes ámbitos empresariales para establecer el impacto preventivo y precautorio positivo de la implementación de las políticas de *corporate compliance* como mecanismos para el logro de empresas económicamente sostenibles, productivas y socialmente responsables.

Visto el impacto que ha tenido la globalización y el desarrollo de la tecnología, en el desarrollo de las actividades económicas, se ha planteado a nivel internacional la necesidad de establecer nuevos controles que implican la asunción del riesgo en la prevención de conductas que lesionen o pongan en riesgo la estabilidad económica nacional e internacional, el aseguramiento de los recursos contra la escasez, el bienestar humano y el desarrollo sostenible, pudiendo prevenir o evitar la ejecución de estas conductas, asumiendo su responsabilidad como personas jurídicas y a través de los órganos que las componen.

En tal sentido, surgieron como preguntas de la investigación: ¿Cuáles mecanismos se deben emplear para lograr empresas socialmente responsables? ¿Con qué instrumentos puedo contar para evitar que la empresa se vea involucrada en la comisión de conductas contrarias al buen gobierno corporativo, así como ilícitos administrativas o penales?

La metodología empleada fue de carácter documental, de nivel descriptivo-analítico, ya que, busca identificar las características del evento en estudio, a la par del tipo de investigación analítica y nivel exploratorio cualitativo, sobre fuentes bibliográficas teóricas de investigaciones aplicadas realizadas por otros autores; además se incluyó la elaboración de una encuesta a través de un formulario compartido por Googleforms a través del Observatorio de Derecho Corporativo y Buenas Prácticas Empresariales, que fue respondida por un número representativo de empresas.

Se revisó bibliografía nacional e internacional, normas internacionales y nacionales, artículos científicos sobre los requerimientos actuales en el ámbito del desarrollo sostenible, informes elaborados por empresas venezolanas como CAVECON, KPMG, Backer McKenzie y resultados de la propia investigación, mediante encuesta propia, efectuada con el apoyo del Observatorio de Derecho Corporativo de la Universidad Metropolitana, Venezuela.

2. ESTUDIO

2.1. Importancia de la autorregulación y el cumplimiento normativo para garantizar empresas responsables y sostenibles

A partir de la revisión bibliográfica nacional e internacional, normas internacionales y nacionales, artículos científicos sobre los requerimientos actuales en el ámbito del desarrollo sostenible, informes elaborados por empresas venezolanas como CAVECON, KPMG, Backer McKenzie y resultados de la propia investigación, mediante encuesta efectuada con el apoyo del Observatorio de Derecho Corporativo de la Universidad Metropolitana, Venezuela se pudo establecer que a fin de que las empresas logren desarrollar sus actividades de manera sostenible, es fundamental integrar dentro de las políticas de *compliance* tanto las exigencias del derecho positivo como las buenas prácticas empresariales y el desarrollo de una cultura de cumplimiento corporativo.

Para que las empresas estén alineadas con las buenas prácticas en políticas de gestión de riesgos y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo, se debe enfocar las políticas de prevención y gestión hacia la implementación tanto de medidas de prevención como de precaución, asunción anticipada del riesgo y los cambios resilientes hacia nuevas formas de negocio que incorporen la tecnología en beneficio de la colectividad y la productividad, el uso de energías renovables, la economía circular y el otorgar a todos los grupos de interés, el rol que les corresponde en la transformación hacia empresas sostenibles, justas e inclusivas, en que todas las fuerzas activas puedan tener un rol protagónico hacia mejores políticas organizacionales, brindando confort y bienestar a todos los *stakeholders*.

2.2. Políticas de *compliance* en la gestión de riesgos y ámbito regulatorio nacional e internacional

Para la debida gestión de riesgos se requiere aplicar indicadores de gestión y criterios integradores del ordenamiento regulatorio y de la autorregulación empresarial, que hoy lleva a considerar que el *compliance* está conformado no solamente por disposiciones regulatorias emanadas de entes del Estado, ni por meras declaraciones de principios, sino por un conjunto de procedimientos y prácticas adoptados conforme a la debida diligencia y la gestión de riesgos asumidos por las empresas, permitiendo su identificación y clasificación según se trate de la parte operativa, la parte ética o la prevención de ilícitos administrativos o penales, que afectan la reputación organizacional, contenidos en las normas de estandarización emanadas de la Organización Internacional de Normalización, vinculadas entre otros aspectos: con la Seguridad Laboral (serie 45.000), el control de calidad (serie 9000); la gestión de tecnología de la información (serie 27000), la gestión ambiental (serie 16000), responsabilidad social empresarial (serie 26000), la prevención de la corrupción (37001), establecimiento de canales de denuncia (37002), procesos de auditoría (19011) así como la Norma ISO 37301-2021, en materia de gestión de políticas de gestión de riesgos y *compliance*, ISO 28001 para la seguridad en las cadenas de suministro, 17024 para la certificación de personas en sus roles organizacionales.

En este sentido, concuerdan los autores venezolanos Villegas (2021, p.290-294) y Rodríguez (2021, p.17), quienes indican que la responsabilidad sobreviene por inobservar no sólo las normas regulatorias del derecho positivo venezolano sino las de derecho

blando constituidas por sus estatutos sociales y todos los manuales de cumplimiento que la sociedad mercantil elabora para ajustar su modo de actuar y compromisos.

Sin embargo, pudo observarse cómo muchas empresas cuentan con programas de cumplimiento, pero no existe el adiestramiento, el personal o la voluntad de algunos de los socios o consejos consultivos para implementar estos programas de manera efectiva; incluso, de los encuestados se apreció que uno de los obstáculos ha sido la poca disposición de las altas esferas en invertir en estos programas de prevención y precaución; algunos de ellos indicaron el escaso conocimiento sobre la importancia y ventajas económicas y sobre la buena reputación.

Incluso, en el proyecto de Ley de Contrataciones elaborado junto a CAVECON, se plantea como norma la exigencia que quienes contraten con el estado deberán contar con programas de *compliance* debidamente cumplidos para poder participar en los procesos de licitación. Los resultados obtenidos del desarrollo del proyecto motivaron el inicio de un nuevo Proyecto de Investigación, aprobado por la Dirección de Investigación (PI-A-03-22-23) sobre Procesos de formación educativa en el ámbito jurídico corporativo para el logro de empresas sostenibles) relacionado con los requerimientos de educación en el sector empresarial.

A través de la investigación se evidenció, además, cómo la autorregulación y el cumplimiento normativo a través de la implementación de las políticas adecuadas y su vigilancia y revisión constante, permiten frenar la comisión de conductas que se alejan del bienestar social y del desarrollo humano sustentable y sostenible, producto de prácticas indebidas, violación del deber de cuidado, carencia de programas para el manejo de riesgos y falta de probidad dentro de las organizaciones. En tal sentido de las guías y directrices de la OCDE (Pérez et al, 2016), los referidos autores, destacan la importancia del derecho blando en la Responsabilidad Social Empresarial (contenida en la Norma ISO 26000), indicando que los ámbitos estratégicos deberán incluir:

- Ética y gobernabilidad empresarial.
- Calidad de vida en la empresa (dimensión social del trabajo).
- Vinculación y compromiso con la comunidad y su desarrollo.
- Cuidado y preservación del medioambiente.
- La realización de investigaciones enfocadas a la búsqueda de soluciones para problemas específicos o a la mejora del rendimiento ambiental.
- Capacitación adecuada del personal.
- Integración de la gestión del medio ambiente en la gestión general de la empresa.

También adquirió relevancia en el estudio de la gestión empresarial, todo lo relativo con el indebido empleo de los avances tecnológicos, en especial en el campo de las tecnologías de la información, cuando son utilizados para cometer delitos, como la piratería informática, por *hackers* o *crackers*, desde o en contra de alguna empresa, ya sea o no con complicidad interna, que como destaca Fernández (2013), quienes sin importar los valores de respeto y lealtad, perjudican la vulnerabilidad de la información organizacional, que resulta muy bien remunerado por los autores intelectuales o los propios ejecutores, que buscan obtener beneficios del hurto de información confidencial o de la apropiación de la propiedad intelectual. Estas conductas están previstas como delitos en leyes especiales

como la Ley Especial contra los delitos informáticos (AN, 2001) o el Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Instituciones del Sector Bancario (Presidencia de la RBV, 2014)

En cuanto al ámbito de regulación jurídica nacional, la propia Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, contempla el derecho al ejercicio de la actividad económica (1999, art. 112), la prohibición de los monopolios (1999, art. 113), los ilícitos económicos que atentan contra el acceso a bienes y servicios, incluyendo los vinculados al sistema financiero, contemplados en la propia Constitución (1999, art. 114), las políticas tributarias y el ilícito fiscal (1999, art. 317).

En materia de seguridad ambiental, se estipula el derecho constitucional al medioambiente sano, en los términos siguientes:

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia. . (1999, art. 127).

Todo esto reforzado por el deber de implementar políticas de desarrollo integral sustentable y sostenible, garantizando el crecimiento de la economía nacional (1999, art. 129), cuando dispone:

Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y sociocultural.

En los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que afecten los recursos naturales, se considerará incluida aun cuando no estuviere expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultare alterado, en los términos que fije la ley. (de Venezuela, 1999, art. 129).

En materia ambiental, destaca una amplia legislación destinada a la preservación de los recursos naturales para conservar dicho equilibrio económico. En tal sentido, la Ley Orgánica del Ambiente establece los principios que permiten el buen desarrollo del entorno como figura taxativa ante cualquier persona que intervenga dentro del territorio nacional; además, establece que toda actividad económica debe tener como finalidad el desarrollo sustentable, dando lugar a un entorno de prosperidad a la población en general y así brindar a futuras generaciones nuevas oportunidades de sostenibilidad en cuanto al ambiente, y a la utilización eficiente de sus recursos naturales, y de esta manera ayudar a la preservación del ambiente a nivel internacional. Este objetivo se encuentra plasmado en el artículo 1:

Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber

fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. (2006, art. 1).

En cuanto a la gestión del ambiente, dispone la ley:

A los efectos de la presente Ley, se entiende por gestión del ambiente el proceso constituido por un conjunto de acciones o medidas orientadas a diagnosticar, inventariar, restablecer, restaurar, mejorar, preservar, proteger, controlar, vigilar y aprovechar los ecosistemas, la diversidad biológica y demás recursos naturales y elementos del ambiente, en garantía del desarrollo sustentable (Ley Orgánica del Ambiente, 2006, art. 2).

En cuanto al marco sancionatorio penal, los ilícitos administrativos de los que derivan delitos ambientales y cualquier conducta de las reguladas como delito contra el medio ambiente, están previstos en la Ley Penal del Ambiente; la cual establece su objeto en su artículo primero al tipificar como delito los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer las sanciones penales. (2012, art. 1).

Además, se establece la posibilidad de que el juez imponga medidas cautelares y ordene la reparación de los daños causados castigando tanto los delitos que causen daño en espacio territorial o extraterritorial (LPA, 2012, art. 2). A ello se suma la obligación de realizar experticias anuales hasta por 10 años para demostrar la efectiva reparación del daño o la inexistencia de peligro (LPA, 2012, Art. 8).

De igual manera, contempla esta Ley, que las personas jurídicas serán responsables por sus acciones u omisiones en los casos en que el delito sea cometido con ocasión de la contravención de normas o disposiciones contenidas en leyes, decretos, órdenes, ordenanzas, resoluciones y otros actos administrativos (LPA, 2012, art. 4).

En el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo establece el principio de la Acción Preventiva, que dispone:

Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas. (Convenio de las Naciones Unidas sobre la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992, principio 8).

El Convenio igualmente consagra el Principio de Precaución; de la siguiente manera: siguiente:

Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente. (Convenio de las Naciones Unidas sobre la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992, principio 15).

Con relación al Principio de Precaución, Meier ha expresado:

...el principio de precaución ambiental es aquel que faculta a las autoridades estatales, en particular las ambientales, para que tomen a priori medidas de gran impacto, unilateralmente, incluso discretionales, ante una amenaza que pueda generar un daño grave o irreversible en la salud humana o al medio ambiente, sin tener pruebas de absoluta certeza, para lograr prevenir ese daño temido, en especial cuando estamos frente a ecosistemas frágiles sobre los cuales urge evitar el daño debido a que, de ocurrir, sería incuantificable e irreversible (2003, p. 3).

Se desarrollaron varios trabajos directamente vinculados con el ámbito de protección ambiental, que incluyeron la responsabilidad extendida de los productores en general, en materia de alimentos y en la industria farmacéutica.

Por otra parte, en todos los trabajos desarrollados se resaltó la importancia de todo lo vinculado a la materia de corrupción, Venezuela adopta la Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción (ONU, 2003, arts. 18 al 21), respecto a las medidas que deben adoptar los Estados, tendentes a frenar el auge no sólo de la corrupción pública sino además de la corrupción privada y sus efectos adversos en los ámbitos económico y político. Esta Convención, en vigor desde el mes de diciembre de 2005, prevé la responsabilidad para las personas jurídicas por hechos de corrupción, extendiendo la regulación a:

- Los sobornos privados,
- La captura de políticas públicas,
- El fraude corporativo,
- Los carteles,
- La malversación o peculado de bienes en el sector privado, consistente en dilapidar o apropiarse de bienes, fondos o títulos privados que se haya confiado a una persona por razón de su actividad económica,
- El blanqueo del producto del delito cuando se transfieran o conviertan bienes o capital a sabiendas que provienen de la comisión de delito u ocultar su procedencia ilícita,
- La corrupción en las cadenas de suministro y
- La corrupción en las transacciones internacionales

Las principales medidas que prevé la Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción, vinculadas con el ámbito privado son:

- Cooperación entre las entidades privadas y los organismos públicos;
- Normas y procedimientos destinados a asegurar la integridad de las entidades privadas;
- Dar a conocer la identidad de las personas jurídicas y naturales involucradas en la gestión de empresas, y levantamiento del velo corporativo;
- Limitación en la concesión de subsidios y licencias para actividades comerciales y control de licitaciones.

En este sentido, se resaltó la importancia de tener en consideración que, a partir de la Convención, la Corrupción Empresarial, se refiere a todos aquellos delitos y faltas

cometidas por una empresa y también a las personas que en ella laboran o que tengan algún tipo de relación con la misma. Este tipo de corrupción ocurre frecuentemente cuando se otorgan licitaciones sin el cumplimiento de las exigencias requeridas, en perjuicio de otras empresas con mejor perfil, lo cual incluye supuestos previstos en otras leyes, como el caso de la Ley Penal del Ambiente (AN, 2012, arts 43 y 44) cuando se otorgan permisos sin el cumplimiento de los estudios de impacto ambiental o actos administrativos sin un plan de manejo sustentable y que involucran a la administración, pero además, establece la responsabilidad penal de las personas jurídicas y la aplicación de multa. (AN, 2012, art. 4)

También pudo observarse el modo en el cual algunas conductas previstas por la Convención contra la Corrupción son tipificadas en el ámbito de las licitaciones o concesiones que conlleven la comisión del supuesto de tráfico de influencia, regulado por la Ley Contra la Corrupción (AN, 2022, art.71)

En materia de delincuencia organizada, financiamiento del terrorismo y financiamiento de la proliferación de armas de destrucción masiva, se incorporan una serie de normas emanadas de entes reguladores para ajustar las exigencias a las recomendaciones del Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI), debido a la gravedad de las consecuencias e implicaciones que puede generar la perpetración de este tipo de conductas sobre la estabilidad económica y política nacional e internacional, cuando se utiliza una empresa como fachada para el blanqueo conforme a la Ley Orgánica Contra la Delincuencia Organizada y Financiamiento del Terrorismo. Esta Ley, además dispone que las personas jurídicas, con exclusión del Estado y sus empresas, son responsables civil, administrativa y penalmente de los hechos punibles relacionados con la delincuencia organizada y el financiamiento al terrorismo cometidos por cuenta de ellas, por sus órganos directivos o sus representantes.

En cuanto a las normas emanadas de entes regulatorios venezolanos como lo son la Superintendencia del sector bancario (SUDEBAN), la Superintendencia del sector Asegurador (SUDEASEG) la Superintendencia Nacional de Valores (SUNAVAL) y la Superintendencia de Criptoactivos (SUNACRIP) se analizaron, disposiciones en materia de Cumplimiento y Buen Gobierno Corporativo, sólo por mencionar algunas, tales como:

La Providencia 209, emanada de la Superintendencia Nacional de Valores (SUNAVAL) mediante la cual se dictan las Normas Relativas al Buen Gobierno Corporativo del Mercado de Valores¹ que establece una serie de atribuciones, deberes y funciones de las estructuras o instancias de Gobierno Corporativo, tales como la Asamblea de Accionistas o de Socios, la Junta Directiva, órganos de control, comisario, representante común provisional y definitivo, el principio de transparencia (Sunaval, 2021,art. 41) y deber de dar un trato equitativo a los accionistas (Sunaval, 2021,art. 11)

La Resolución 083-18 (Sudeban, 2018) sobre normas relativas a la administración, fiscalización de los riesgos relacionados con la legitimación de capitales, financiamiento del terrorismo y financiamiento de la proliferación de armas de destrucción masiva, aplicables a las instituciones financieras, basada en las recomendaciones emitidas por el

¹ Providencia 209 del 19 de julio de 2021, publicada en Gaceta Oficial N° 42.171..

Grupo de Acción Financiera (GAFI), para proteger los sistemas financieros contra este tipo de actividades,

La Providencia 044-21 (Sunacrip, 2021), contentiva de las Normas Relativas a la Administración y Fiscalización de Legitimación de Capitales, Financiamiento del Terrorismo y Proliferación de Armas de Destrucción Masiva, con el objeto de controlar las actividades que emplean tecnología en el intercambio de bienes y servicios, ya que, representan un mayor riesgo en la transmisión de valores mediante el internet.

2.3. Aspectos relevantes derivados de la investigación que arrojan la importancia de implementar sistemas de gestión de riesgos y cumplimiento dentro de las empresas

Durante el tiempo que duró el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo numerosas actividades académicas como foros, ponencias, la III Jornada de Derecho Corporativo, contando con el apoyo el Observatorio de Derecho Corporativo y Buenas Prácticas Empresariales de la Universidad Metropolitana, Venezuela. Asimismo, se modificaron programas incluyendo la sostenibilidad, la debida diligencia y los derechos humanos como parte de los conocimientos y habilidades, especialmente en la asignatura Derecho Penal de los Negocios, que se imparte en la escuela de Derecho.

Algunos de los mecanismos de las estrategias de comunicación implementados fueron:

Figura 1. Estrategias de comunicación. Fuente: elaboración propia

Ámbito del impacto	Efecto	Indicador
Académico	Concientización sobre la importancia de la autorregulación normativa	Implementación en las cátedras de formación como Marco Legal y Derecho Penal y Negocios, charlas de formación profesional y empresarial en el ámbito del cumplimiento normativo organizacional, dentro y fuera de la Universidad Metropolitana, Caracas
Ambiental	Sostenibilidad	Concientizar en la importancia de garantizar derechos de generaciones futuras
Económico	Sustentabilidad, productividad y reputación	Lograr a través de los programas evitar la escasez intergeneracional
Social	Bienestar	Productos y servicios de calidad que fomenten el desarrollo humano.

Se elaboraron un total de 12 trabajos académicos entre artículos indexados y un Libro debidamente sometido al arbitraje de rigor.

Se presenta a continuación un esquema con algunos de los productos derivados del proyecto:

Figura 2. *Productos Académicos*. Fuente: elaboración propia

Tipo de producto	Número
Productos de nuevo conocimiento	Se produjeron trece (13) obras de ingenio (1 libro y 12 artículos), ocho (8) de las cuales ya se encuentran publicadas una (1) está en proceso de arbitraje, cuatro (4) se publican entre diciembre 2023 y junio 2024
Artículo de investigación en revistas indexadas ya publicados	<p>1.- <i>Good Corporate Governance Standards Prevention through compliance and self-regulation "Normas de Buen gobierno corporativo. Prevenir con Compliance y Autorregulación"</i>. VISUAL REVIEW: International Visual Culture Review / Revista Internacional de Cultura Visual, ISSN-e 2695-9631, Vol. 9, N°. 0, 2022. Scopus. DOI: https://doi.org/10.37467/revisual.v9.3770</p> <p>2.- <i>Compliance corporativo como política de prevención de actos que perjudican la reputación organizacional</i>. Revista de la Sociedad Venezolana de Derecho Mercantil Nro 8, ps 163-182. Latindex de1016_016e21d2864346e8bf566af07ce6533f.pdf (sovedem.com)</p> <p>3.- <i>Empresas y gestión de riesgos. Agregando valor al negocio</i> Liliana Vaudo* RVDM, Nro. 9, 2022, ps- 62-82 Latindex de1016_e16b03b944db41f682523c39afab8a3c.pdf (sovedem.com)</p> <p>4.- <i>Cumplimiento organizacional y autorregulación normativa empresarial. Especial referencia a las instituciones del sistema financiero venezolano</i> Liliana Vaudo* RVLJ, ISSN 2343-5925, ISSN-e 2791-3317, N.º19, 2022, pp. 177-196. Latindex. RVLJ-19-177-196.pdf</p> <p>5.- <i>Educación sostenible para empresas responsables</i>. Revista Científica de Estudios Sociales Iberoamericanos Palimpsesto de la Universidad de Santiago de Chile. Vol 13, Nro 22, ps. 117-133. Enero-junio 2023. Latindex, Erihplus, Redib, Latinrev, DORA. DOI: https://doi.org/10.35588/pa.v13i22.5998.</p> <p>6.- <i>Responsabilidad extendida y cumplimiento corporativo en empresas de producción</i> Revista SOVEDEM Nro 10, 24 de agosto de 2023. de1016_af7a0e91e8d449deacb5bbcf213644fa.pdf (sovedem.com) ps. 109-128. Índice Latindex</p> <p>7.- <i>Criterios de buen gobierno corporativo en empresas Fintech venezolanas. Especial referencia al sistema financiero</i>. Revista de Ciencias Sociales Interdisciplinares https://doi.org/10.18848/2474-6029/CGP/1-22. Julio 2023. Índices: ERIH PLUS, MIAR, Sherpa Romeo, ROAD, DORA.</p> <p>8.- <i>Cumplimiento normativo en empresas de la industria farmacéutica venezolana</i>. Revista Salud, Bienestar y Sociedad.. Índices: ERIH PLUS, MIAR, Sherpa Romeo, ROAD, DORA.</p> <p>9.- <i>Regulaciones de cumplimiento corporativo en el sector asegurador venezolano</i> de1016_1c123fd87a7d468f972aad2f1bebeddf.pdf (sovedem.com) Revista Nro 11 de la Sociedad Venezolana de Derecho Mercantil SOVEDEM ps: 267-285 Indice Latindex dic 2023</p> <p>10.- <i>Libro El buen gobierno corporativo como estrategia empresarial para la sostenibilidad</i>. En proceso de arbitraje por Revista de la Sociedad Venezolana de Derecho Mercantil SOVEDEM, índice Latindex, 2023-2024.</p>

3. CONCLUSIÓN

Del análisis de las particularidades en las políticas de cumplimiento aplicables a cada tipo de empresas, se pudo observar de manera general que se trata de una labor de resiliencia

y compromiso, como fórmula de retorno de los esfuerzos e inversión. Este modo de gestión conforme a la ética, a los criterios de sostenibilidad y el cumplimiento normativo, es fundamental para lograr que las empresas puedan proyectar su imagen a futuro y cuenten con recursos que les permitan continuar prestando servicio con responsabilidad social organizacional.

Se realizaron diversas actividades académicas, de extensión y publicaciones que permitieron ampliar el campo de investigación, introducir modificaciones en los programas de las asignaturas que se imparte en postgrado y pregrado, ampliando las competencias educativas y profesionales de los estudiantes y todos aquellos que deseen tener acceso a la información, como el caso de profesionales que desempeñan actividades empresariales y que han podido compartir sus experiencias a través de las diferentes actividades llevadas a cabo.

Por otra parte, se generó una serie de trabajos de investigación como aporte para futuras investigaciones, cumpliendo los objetivos que motivaron el desarrollo del proyecto de investigación, el cual permitió incorporar nuevas áreas de conocimiento, adquisición de nuevos conocimientos en materia de autorregulación, criterios ESG, responsabilidad social empresarial y la generación de un nuevo proyecto dirigido a la educación empresarial.

Por otra parte, la amplitud de las actividades desarrolladas como parte del proyecto permitieron dar a conocer las ventajas de contar con políticas de buenas prácticas empresariales para la gestión de riesgos, prevenir sanciones y daños sobre bienes jurídicos, así como mejorar la imagen corporativa.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Metropolitana, Venezuela y su Decanato de Investigación por el apoyo brindado en el diseño y ejecución del proyecto.

Al Observatorio de Derecho Corporativo y Buenas Prácticas Empresariales de la Universidad Metropolitana por servir de base para la realización de actividades y obtención de información utilizada en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- Artaza, Osvaldo (2013): "Sistemas de prevención de delitos o programas de cumplimiento. Breve descripción de las reglas técnicas de gestión de riesgo empresarial y su utilidad en sede jurídico penal", *Política Criminal*, Vol. 8, N° 16, pp. 544-573.
- Asamblea Nacional Constituyente (1999) *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela* Gaceta Oficial 36.860 del 30 de diciembre de 1999.
- Asamblea Nacional Constituyente (2020) *Código Orgánico Tributario* Gaceta Oficial 6.507
- Cámara Venezolana de Empresas Consultoras (CAVECON) 2022. Sostenibilidad en la Gestión Empresarial. Informe Diagnóstico, 'Sustainability in Business Management. Diagnostic Report' Parte I, Empresas Consultoras.
- Encuesta CAVECON - CAVECON <https://cavecon.org.ve/index.php/encuesta-cavecon/>

- CEPAL (2018). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe.* Escazú, Costa Rica.
- Código Penal de Venezuela. (2005) Gaceta Oficial N° 5768 Extraordinario, del 13/04/2005.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela Gaceta Oficial N° 36.860 del 30/12/1999.
- Decreto con rango, valor y fuerza de Ley de Instituciones del sector bancario. Gaceta Oficial N° 40.557, del 08/12/2014.
- Fernández, G (2021). *Derecho del Complimiento Normativo y Análisis Regulatorio de la Empresa.* Law of Regulatory Compliance and Regulatory Analysis of the Company .Academia de Ciencias Políticas y Sociales, Serie Estudios, Nro 142.
- Grupo de Acción Financiera Internacional (2012-2022) 40 Recomendaciones del GAFI. 40 'FATF Recommendations' actualizadas 2022. <http://www.Cfatf-gafic.org>
- Guedez, V. (2008). *Ser Confiable, Responsabilidad Social y Reputación Empresarial.* Venezuela: Editorial Planeta.
- Índigo Consultores. S/F. *Compliance penal corporativo. Mecanismo de autogestión.* Disponible en: <https://www.indigoconsultores.net/compliance-penal-corporativo/> C Acceso el día 31 de marzo de 2022.
- KPMG International Ltd. (2022) *Informe de sostenibilidad 2020-2021.* 'Sustainability Report 2020-2021' Informe digital <https://home.kpmg/ve/es/home.html> KPMG International - KPMG Venezuela (home.kpmg) Informe de Sostenibilidad 2020-2021 - KPMG Venezuela
<https://kpmg.com/ve/es/home/insights/2022/06/informe-de-sostenibilidad-2020-2021.html>
- Ley de Metrología Gaceta Oficial 5693 Extraordinario del 26/11/2007.
- Ley del Sistema Venezolano para la Calidad Gaceta Oficial 37.555 del 23 de octubre de 2002
- Ley Especial contra los delitos informáticos .Gaceta Oficial N° 37.313, del 30/10/2001.
- Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial 5.833 Extraordinario del 22/12/2006.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo..Gaceta Oficial 38.236. Del 26/07/2005
- Ley Orgánica contra la delincuencia organizada y el financiamiento de terrorismoGaceta Oficial 39.912 del 30/04/2012.
- Ley Orgánica de Drogas. Gaceta Oficial 39.510 del 15/09/2010,
- Ley Penal del Ambiente Del 02/05/2012. Gaceta Oficial 39.913.
- Lozano, J M. (2009). *La Empresa Ciudadana como Empresa Responsable y Sostenible.* España: Editorial Trotta.
- Martínez, Luis y Andrés, Pedro. (2018) *Manual Práctico de Compliance.* Civitas, Madrid.

- Martínez, Yesenia 2014. *La Responsabilidad social empresarial (RSE)* En: <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2014/04/07/la-responsabilidad-social-empresarial-rse>.
- Méndez, Charo. (2004) *Responsabilidad Social de Empresarios y Empresas en Venezuela durante el Siglo XX. 'Social Responsibility of Entrepreneurs and Companies in Venezuela during the twentieth century'*. Caracas: Strategos Consultores.
- Ministerio del Poder Popular para la Salud. Resolución 075-2019.Gaceta Oficial No. 41.610 de fecha 4 de abril de 2019.
- Neira, Ana María (2016): "La efectividad de los *criminal compliance programs* como objeto de prueba en el proceso penal", *Política Criminal*, Vol. 11, N° 22, pp. 467-520.
- Normas Técnicas COVENIN.*, Gaceta Oficial 42.359 del 20 de abril de 2022.
- OCDE. (2016). *Principios de Gobierno Corporativo de la OCDE y del G20*. París, Francia: Éditions OCDE.
- Organización de Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Organización de Naciones Unidas. (2003). *Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción*. Oficina de las Naciones Unidas contra el delito y droga. Viena. 31 de octubre de 2003 www.unodc.org/documents/mexicoandcentralamerica/publications/Corrupcion/Convencion_de_las_NU_contra_la_Corrupcion.pdf Nueva York 2004.
- Organización Internacional de Normalización. (2018.) ISO 19011. *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión. 'Guidelines for auditing management systems'*. <http://cmdcertification.com>
- Organización Internacional de Normalización (2023) Norma ISO 37008 Sistemas de Gestión de investigaciones internas en las organizaciones' <https://www.iso.org/home.htm>
- Organización Internacional de Normalización. (2010) ISO 19600. *Gestión de riesgos de compliance*. <http://cmdcertification.com>
- Organización Internacional de Normalización. (2017) ISO 19601. *Gestión de riesgos de compliance penal*. <http://cmdcertification.com>
- Organización Internacional de Normalización. (2019) ISO 19602. *Gestión de riesgos tributarios*. <http://cmdcertification.com>
- Organización Internacional de Normalización (2021) Norma ISO 37002 Sistemas de Gestión de canales de denuncia. 'Whistleblowing Channel Management Systems' <https://www.iso.org/home.htm>
- Organización Internacional de Normalización (2021) Norma ISO 37301 *Sistemas de gestión de cumplimiento: Requisitos con orientación para su uso*. <https://www.iso.org/home.htm>

- Organización Internacional de Normalización (2012-2022) Normas ISO 27001 y 27002 sobre la Seguridad de la Información.. “On Information Security”. <https://www.iso.org/standard/82875.htm>,
- Organización Internacional de Normalización Norma (2012-2022) ISO 27015 sobre la Seguridad de la Información (en instituciones financieras). “On Information Security”. <https://www.iso.org/standard/82875.htm>,
- Organización Internacional de Normalización. (2010). ISO 26000. Comisión Electrotécnica Internacional. <https://www.iso.org/home.htm>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). ISO 45001. Sobre Salud y Seguridad en el trabajo <https://www.iso.org/home.htm>
- Organización Internacional de Normalización Norma ISO 14004 *Sistemas de gestión ambiental – Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo* <https://www.iso.org/home.htm>
- Organización Internacional de Normalización 2016. Norma ISO 37001 Sistema de Gestión Antisoborno .www.gob.pe/uploads/document/file/404018/ICS-ISO_37001.pdf
- Organización Internacional de Normalización Norma ISO 31010-20019 *Gestión de Riesgos*. IEC 31010: 2019. Gestión de Riesgos: Técnicas de Evaluación de Riesgos - Software ISO (isotools.org).
- Organización Internacional del Trabajo (OIT) 2019. Convenio 190, artículo 1.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Objetivos de Desarrollo del Milenio OMS | Objetivos de Desarrollo del Milenio (who.int) www.who.int/topics/millennium_development_goals/about/es/#:~:text=Los%20ocho%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20del%20Milenio%20son;,sostenibilidad%20del%20medio%20ambiente;%20y%20Mas%20cosas...
- Paredes, José. (2003) *Sobre el concepto de derecho penal del riesgo, algunas notas*. Revista de Derecho Penal N°:4, jul.-sep./2003, Universidad de León, España, págs. 111-130
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2006). *El Vínculo entre Ventaja Competitiva y Responsabilidad Social Corporativa*. EEUU: Harvard Business Review (Edición América Latina).
- Presidencia de la República. (2022) *Ley contra la Corrupción* del 2 de mayo de 2022, Gaceta Oficial 6699 Extraordinario. Caracas, Venezuela.
- Presidencia de la República. (2014) *Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Antimonopolios* del 26 de noviembre de 2014. Gaceta Oficial 40.549.
- Presidencia de la República. (2015) *Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Precios Justos* del 8 de noviembre de 2015. Gaceta Oficial 40.787.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Objetivos de Desarrollo del Milenio, Objetivos de Desarrollo del Milenio | UNDP. www.undp.org/content/undp/es/home/sdgoverview/mdg_goals.html

Rodríguez, Alejandro (2021). *Criminal Compliance. Cumplimiento normativo penal y derecho penal económico.* “*Criminal Compliance. Criminal compliance and economic criminal law*” Ediciones Paredes, Caracas, Venezuela.

Superintendencia de Instituciones del Sector Bancario (2019) *Normas relativas a la administración y fiscalización de los riesgos relacionados con la legitimación de capitales, financiamiento al terrorismo y financiamiento de la proliferación de armas de destrucción masiva aplicables a las instituciones del sector bancario.* “Rules relating to the management and control of risks related to money laundering, terrorist financing and financing of the proliferation of weapons of mass destruction applicable to institutions in the banking sector”. Resolución N° 083.18

Superintendencia Nacional de Criptoactivos SUNACRIP. (2021). Providencia N° 044-2021 de la Superintendente Nacional de Criptoactivos mediante la cual se dictan las Normas Relativas a la Administración y Fiscalización de Legitimación de Capitales, Financiamiento al Terrorismo y Proliferación de Armas de Destrucción Masiva aplicables en el Sistema Integral de Criptoactivos Gaceta Oficial N° 42.110 de fecha 21 de abril de 2021.

Superintendencia de Instituciones del Sector Bancario (2021) *Normas que Regulan los Servicios de Tecnología Financiera (FINTECH), “Rules Governing Financial Technology Services (FINTECH)”*, Resolución N° 001.21, Gaceta Oficial N° 42.151, de fecha 17 de junio de 2021.

Superintendencia Nacional de Valores (2021) *Normas Relativas al Buen Gobierno Corporativo del Mercado de Valores.* Gaceta Oficial Nro 42.171 Ordinario. 19 de julio de 2021.

Suprema Corte de México Sentencia 54-2021 del 09/02/2021 <https://observatoriop10.cepal.org/es/jurisprudencia/sentencia-la-suprema-corte-la-nacion-542021>

.Tribunal Supremo de Justicia, Sala Constitucional (2009). *Sentencia 834 “Sentence 834”* Ponente: Carmen Zuleta de Merchán, del 18/06/2009, exp 03-296 Caso Corpomedios GV Inversiones C.A, Decisiones - Tribunal Supremo de Justicia (tsj.gob.ve)

Vaudo, Liliana (2022) *Good Corporate Governance Standards Prevention through compliance and self-regulation* ‘*Normas de Buen gobierno corporativo. Prevenir con Compliance y Autorregulación*’. Revista International Visual Culture Review. Nro 9. <https://doi.org/10.37467/revvisual.v9.3770>

Vaudo, Liliana (2022). *Compliance corporativo como política de prevención de actos que perjudican la reputación organizacional.* Revista N° 8 de la Sociedad Venezolana de Derecho Mercantil, Sovedem, ps: 163-182. http://www.sovedem.com/_files/ugd/de1016_016e21d2864346e8bf566af07ce6533f.pdf

Villegas, Jesús (2022) *Derecho del cumplimiento normativo y análisis regulatorio de la empresa.* Academia de Ciencias Políticas y Sociales. Caracas.

HUMANIDADES

Análisis comparativo de los problemas de traducción de la rima al español de quince poemas de Emily Dickinson realizadas por Margarita Ardanaz (2010) y Amanda Berenguer (2013)

Fabiola Pita Coronado, María Natalia Ochoa Battistini

Universidad Metropolitana, Venezuela. Autopista Petare-Guarenas, distribuidor Universidad, Terrazas del Ávila. Caracas 1073.

fabiola.pita@correo.unimet.edu.ve, mochoa@unimet.edu.ve

Resumen: El presente artículo comprende un análisis comparativo de la resolución de problemas de traducción de la rima al español en quince poemas de Emily Dickinson realizadas por Margarita Ardanaz (2010, Editorial Cátedra) y Amanda Berenguer (2013, Biblioteca Nacional de Uruguay). En el análisis se pretende observar las diferentes opciones para abordar la traducción de la rima por medio de los métodos y técnicas de traducción utilizados por el traductor. Este análisis se realizó siguiendo la metodología de una investigación de tipo comparativa, con un diseño transversal y un proceso de análisis no experimental y cualitativo. La información se recolectó a través de una revisión documental, que luego se compiló en un modelo de ficha de contenido y, finalmente, se contabilizaron los datos en una matriz de resultados. Además, se tomaron en cuenta los métodos de traducción propuestos por Etkind (1982), enfocados en la traducción poética, y las técnicas de traducción de Hurtado Albir (2001) como categorías de análisis. Tras analizar las rimas presentes en los quince poemas seleccionados y sus traducciones al español, se encontró que el método de traducción más utilizado fue la traducción-alusión, y de las técnicas de traducción más empleadas fueron la traducción literal y la transposición. Se concluye que Ardanaz y Berenguer le dan más prioridad al contenido que a los elementos estéticos, ya que la rima se traslada parcialmente al texto meta. De 47 rimas del TO, Ardanaz trasladó 10 y Berenguer 23, toda vez que utilizaron métodos enfocados en traducir el contenido del poema.

Palabras clave: traducción poética, rima, poemas, métodos de traducción, técnicas de traducción.

1. INTRODUCCIÓN

La traducción es un proceso que permite la comunicación entre personas que no comparten la misma lengua. Esta facilita la comunicación cotidiana o laboral, además permite la difusión de conocimientos y de cultura, tal es el caso de las obras literarias que han podido llegar a diferentes partes del mundo gracias a que un traductor se tomó la tarea de comprender el mensaje del autor y de buscar expresiones en la lengua término para reproducir el mensaje original de manera natural.

Traducir textos literarios puede ser una faena demandante porque se caracterizan por buscar la belleza estética utilizando un lenguaje diferente del lenguaje común, y pueden tener diferentes tipos textuales (narrativo, conceptual, etc.), tonos, modos o estilos (Hurtado Albir, 2001). Dentro del género literario se encuentra la poesía que tiene otros elementos como la rima, el ritmo o la métrica que agregan más dificultad al momento de traducir. En lo que respecta a la rima, puede ser un elemento restrictivo porque los sonidos de las sílabas finales de un verso deben coincidir parcial o totalmente con los sonidos finales de otro, lo que puede ser un limitante para el traductor.

Para Bousoño (1985), reproducir recursos de expresividad fónica (rima, ritmo, etc.) representa una gran dificultad y solo puede lograrse a través de una nueva labor poética. Se espera que estos elementos fónicos cambien en la traducción, pero sigue siendo un reto mantener una estructura coherente sin afectar el sentido original. En esta situación el traductor se debate entre satisfacer contenido y forma por igual, o enfocarse en reproducir solamente el contenido. Ante este dilema, García Yebra (1994) señala que “lo más sensato es no dar a este problema una solución abstracta, universal, que pretenda valer para todas las obras poéticas. Deben estudiarse las condiciones y posibilidades de cada caso” (p.241).

La traducción de la rima significa un problema de traducción que son aquellas “discrepancias de tipo lingüístico (léxico, sintaxis, estilo, etc.)” (Hurtado Albir, 2001, p.281) y para resolverlas los traductores emplean métodos y técnicas de traducción que les ayudan a definir una forma de abordar el texto original (TO) y encontrar equivalentes de traducción para el texto meta (TM). El método traductor está relacionado por cómo el traductor aborda la totalidad del TO de acuerdo con unos principios determinados (Hurtado, 2001). Para esta investigación se decidió tomar la clasificación de Efim Etkind (como se citó en Soto, 2014) ya que está dirigida específicamente a la traducción poética. En relación con las técnicas de traducción, estas se refieren al procedimiento verbal para conseguir equivalencias traductoras, por lo que se decidió emplear la clasificación de Hurtado Albir (2001).

Es importante destacar que cada traductor tiene una forma particular de abordar los problemas de traducción, por lo que el TM que produce cada traductor es distinto. En el caso de la poesía, los traductores pueden llegar a diferentes resultados porque al trasladar el TO a la lengua meta sucede una serie de adiciones, supresiones o modificaciones por los elementos literarios que posee (Hurtado Albir, 2001). Por ejemplo, un traductor puede decidir conservar la rima en la primera estrofa y prescindir de ella en las siguientes, pero otro puede optar por no mantenerla y darle prioridad al contenido. Esta decisión dependerá de las consideraciones del traductor y del método y de las técnicas de traducción que utilice.

Para la investigación se tomaron en cuenta quince poemas escritos por la poeta estadounidense Emily Dickinson debido a su reconocido estilo poético que se destaca por su brevedad, el uso de rimas perfectas (*perfect rhymes*) y aproximadas (*slant rhymes*) y su capacidad de reflexión. Asimismo, es preciso mencionar que se tomó en cuenta la versión *The Complete Poems of Emily Dickinson* (1960), editada por Thomas H. Johnson, porque respeta los manuscritos originales de la autora. Para las traducciones, se consideran la de la traductora Margarita Ardanaz (2010) y la de la poeta Amanda Berenguer (2013) porque

resulta interesante observar las semejanzas y diferencias que hay en la resolución de problemas de traducción de la rima según la perspectiva de ambas.

En resumen, realizar una traducción poética supone una labor retadora para el traductor por los distintos elementos estéticos que posee. Reproducir la rima puede ser un limitante en la traducción porque deben conservarse la repetición de sonidos sin alterar el mensaje original. Del mismo modo, estudiar los métodos y las técnicas empleadas por varios traductores permite comprender la resolución de problemas; por lo tanto, esta investigación pretende responder a la siguiente pregunta: ¿qué diferencias y similitudes habrá en la resolución de problemas empleada por los distintos traductores para traducir la rima en la versión al español de los poemas de Dickinson?

Para ello, se plantea el objetivo general de analizar de manera comparativa la resolución de problemas en la traducción de la rima en la versión al español de quince poemas de Emily Dickinson realizadas por Margarita Ardanaz y Amanda Berenguer.

De este objetivo general, se desprenden los tres objetivos específicos siguientes:

1. Describir los métodos de traducción según Etkin (1982) empleados por Ardanaz y Berenguer en la traducción al español de quince poemas de Dickinson.
2. Explicar las técnicas de traducción según Hurtado Albir (2001) utilizadas por Ardanaz y Berenguer para traducir la rima en quince poemas de Dickinson.
3. Comparar la resolución de problemas utilizada por Ardanaz y Berenguer para traducir la rima en la versión al español de quince poemas de Dickinson.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo comparativa porque consiste en identificar semejanzas y diferencias con respecto a un evento en distintos contextos (Hurtado, 2000) que serían los métodos y técnicas de traducción empleadas por Ardanaz y Berenguer en la traducción de la rima en los poemas de Dickinson. Además, la investigación tiene un diseño transversal, no experimental y documental porque los datos recolectados corresponden a un momento único, sin la manipulación deliberada de variables y se analiza la información escrita relacionada al tema de estudio (Hernández et al., 2014; Bernal, 2010).

El corpus está conformado por los quince poemas originales de Dickinson seleccionados y sus traducciones elaboradas por Ardanaz y Berenguer, por lo que se considera un corpus de tipo paralelo (Torruella y Llisterri, 1999). Asimismo, la unidad de estudio que posee la característica que se desea estudiar (Hurtado, 2000) serán los quince poemas de Dickinson y sus traducciones, con énfasis en las últimas por ser un análisis comparativo. Por otro lado, el evento de estudio de la investigación será la resolución de problemas de traducción utilizada por las traductoras para traducir la rima de los poemas, mientras que las categorías de análisis corresponden a los métodos de traducción de poesía según Etkind (como se citó en Soto, 2014) y las técnicas de traducción por Hurtado Albir (2001).

Igualmente, se utilizaron diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos para llevar a cabo el análisis. Respecto a las técnicas, se tomó en cuenta la revisión documental

ya que se consultó información escrita relacionada con el evento de estudio (Hurtado, 2000), y se empleó la técnica de resaltado para señalar los fragmentos donde se encuentren rimas en el corpus. Como instrumentos se utilizó una ficha de contenido (Figura 1) que contiene la cita textual de la traducción a estudiar, un comentario sobre el problema de traducción encontrado, el método y la técnica de traducción, y la solución aplicada.

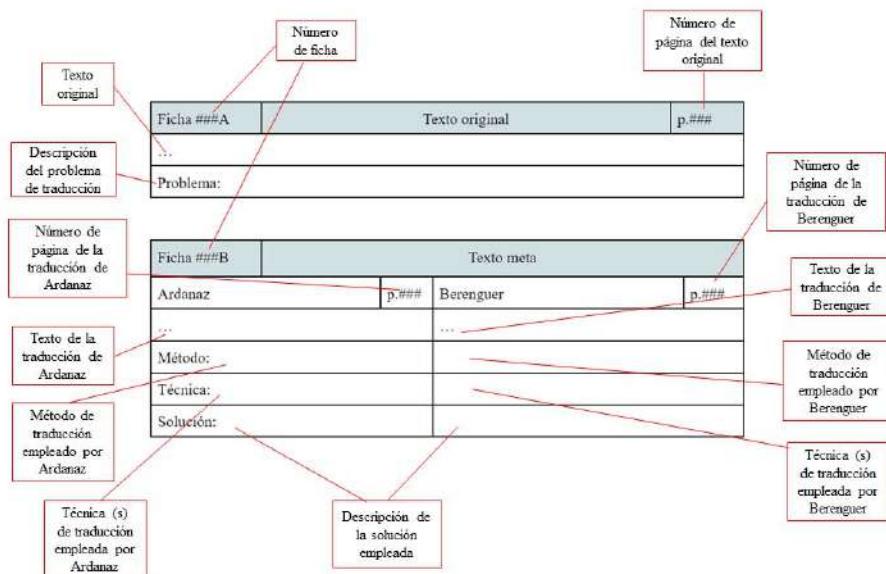


Figura 1. *Modelo de ficha para el análisis de los poemas seleccionados*. Fuente: elaboración propia (2023). También, se empleó una matriz de análisis de resultados para los métodos de traducción (Tabla 1) con el fin de contabilizar los datos presentados en las fichas.

Métodos de traducción según Etkind (1982)	Ardanaz	Berenguer	Total
Traducción-información			
Traducción-interpretación			
Traducción-alusión			
Traducción-aproximación			
Traducción-recreación			
Traducción-imitación			

Tabla 1. *Modelo de matriz de resultados de métodos de traducción*. Fuente: elaboración propia (2023).

Los resultados pertinentes a las técnicas de traducción utilizadas se compilaron en otra matriz de análisis de resultados (Tabla 2).

Técnicas de traducción según Hurtado Albir (2001)	Ardanaz	Berenguer	Total
Adaptación			
Ampliación lingüística			
Amplificación			
Calco			
Compensación			
Compresión lingüística			
Creación discursiva			
Descripción			
Elisión			
Equivalente acuñado			
Generalización			
Modulación			
Particularización			
Préstamo			
Sustitución			
Traducción literal			
Transposición			
Variación			

Tabla 2. *Modelo de matriz de resultados de técnicas de traducción.* Fuente: elaboración propia (2023).

Finalmente, el análisis se llevó a cabo mediante tres fases. La primera consiste en el levantamiento de datos, donde se seleccionaron quince poemas de Dickinson y sus traducciones por Ardanaz y Berenguer, se realizaron varias lecturas del TO y TM y se empleó la técnica de resaltado para señalar las rimas presentes. En la segunda fase, se analizaron los datos por medio de la identificación del método y de la técnica de traducción utilizadas por las traductoras, luego se vaciaron los datos en la ficha de análisis para después contabilizar los resultados en la matriz. Posteriormente, se analizaron las traducciones por separado y se procedió con el análisis comparativo. Por último, en la fase tres, se elaboraron las conclusiones de la información analizada.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con el primer objetivo específico del análisis, se identificaron los métodos de traducción empleados por las traductoras según la clasificación de Etkind (como se citó en Soto, 2014). Esta clasificación es relevante porque tiene métodos que van desde aquellos donde se le da más prioridad a traducir el contenido, como la traducción-información o la traducción-alusión, hasta métodos donde se busca trasladar por igual la forma y el contenido del TO al TM, como la traducción-recreación.

En líneas generales, el método de traducción más empleado en las 30 traducciones, 15 de Ardanaz y 15 de Berenguer, fue la traducción-alusión (Figura 2). Este método se enfoca en darle prioridad a traducir el contenido del poema y se hace alusión a los componentes estéticos del original. Para el corpus analizado, se considera que se empleó la traducción-alusión si el TM conserva el contenido y se hace una referencia a las rimas o al metro del TO.

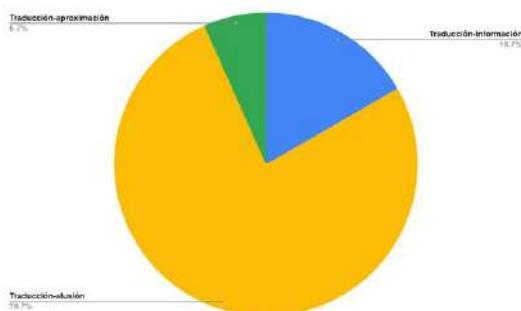


Figura 2. *Frecuencia de métodos de traducción empleados en las treinta traducciones.* Fuente: elaboración propia (2023).

En el caso de Ardanaz, se observa una tendencia a dar prioridad a la traducción del contenido del poema, por lo que la mayoría de sus traducciones no conservan el esquema de rimas del TO. El método más utilizado fue la traducción-alusión, seguido de la traducción-información y la traducción-aproximación (Figura 3). En los casos donde se emplea la traducción-alusión solo se traslada una de las rimas del TO al TM y se toma en cuenta el metro pocas veces. Asimismo, hay otros casos donde Ardanaz opta por la traducción-información y obtiene un TM sin metro ni rimas. Por otra parte, hay un solo caso donde las dos rimas del TO están presentes en el TM en sus estrofas correspondientes, esto debido a su uso de la traducción-aproximación que permite un traslado parcial de los elementos poéticos.

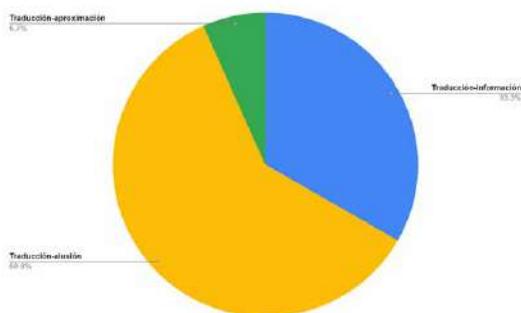


Figura 3. *Frecuencia de métodos de traducción empleados por Ardanaz.* Fuente: elaboración propia (2023).

Berenguer también le da prioridad a la traducción del contenido y el método de traducción más empleado fue la traducción-alusión (Figura 4). En su TM, Berenguer mantiene en alguna estrofa al menos una de las rimas presentes en el original y a diferencia de Ardanaz, la elección de método de Berenguer es constante en la mayoría del corpus.

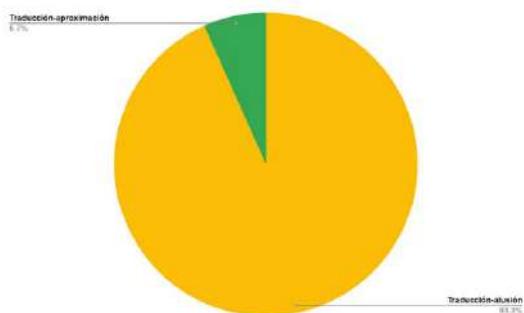


Figura 4. *Frecuencia de métodos de traducción empleados por Berenguer*. Fuente: elaboración propia (2023).

En el segundo objetivo, se identificaron las técnicas de traducción empleadas para traducir la rima según la clasificación de Hurtado Albir (2001). En el corpus analizado, no todas las rimas del TO estaban presentes en el TM. Por lo tanto, si en alguna estrofa del TO estuviera presente una rima, pero no se trasladó al TM, se tomaba en cuenta la ubicación original. Por ejemplo, si los versos 2 y 4 del TO rimaban, pero no lo hacían en el TM, se identificaba la técnica empleada en ambos versos igualmente.

En general, las técnicas más empleadas en los treinta poemas traducidos, 15 de Ardanaz y 15 de Berenguer, fueron la traducción literal, la transposición y la compensación (Figura 5). La traducción literal fue utilizada en casos donde era posible mantener los mismos significantes en español sin afectar la secuencia lógica del poema. Por otra parte, la transposición fue empleada en casos donde era necesario un cambio de categoría gramatical para que el TM sonara más natural. Asimismo, la compensación se utilizó cuando fue necesario cambiar la ubicación original de las rimas en la traducción para conservarlas.

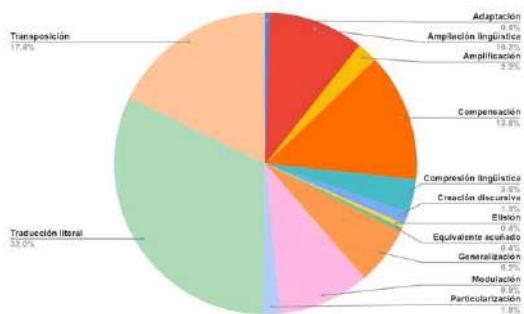


Figura 5. *Frecuencia de técnicas de traducción empleadas en las treinta traducciones*. Fuente: elaboración propia (2023).

Ardanaz tiene un mayor uso en las técnicas de traducción literal y transposición en su TM (Figura 6). Ardanaz utiliza la traducción literal la mayoría de las veces, pero esta técnica

está presente en versos rimados de dos poemas. En cuanto a la transposición, esta técnica también tiene poca aparición en la traducción de los versos rimados en el TM. En lo que se refiere a la compensación, se encuentra en la quinta posición de las técnicas más usadas y esto se debe a que emplea el método de traducción-alusión. No obstante, el hecho de que Ardanaz también utilice repetidas veces el método de traducción-información disminuye la cantidad de apariciones de la compensación, ya que este método consiste en traducir el poema sin pretensiones artísticas.

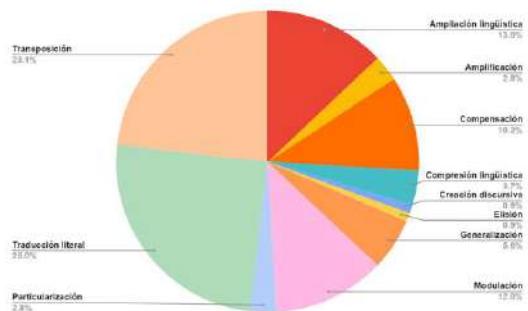


Figura 6. *Frecuencia de técnicas de traducción empleadas por Ardanaz*. Fuente: elaboración propia (2023).

En tanto a la traducción de Berenguer, las técnicas más empleadas fueron la traducción literal, la compensación y la transposición (Figura 7). Berenguer emplea la traducción literal en la mayoría de los casos al igual que Ardanaz y está presente en múltiples versos rimados. Además, emplea la compensación para poder introducir este elemento en una ubicación distinta del original más veces que Ardanaz, debido al uso constante de la traducción-alusión que admite el traslado de la rima. Adicionalmente, utiliza la transposición repetidas veces, pero solo obtiene versos rimados en cuatro poemas.

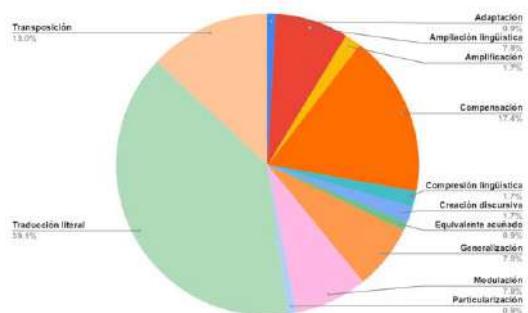


Figura 7. *Frecuencia de técnicas de traducción empleadas por Berenguer*. Fuente: elaboración propia (2023).

Una vez discutido el uso de métodos y técnicas de traducción de las traductoras en los quince poemas de Dickinson, se observaron diferencias y semejanzas en su forma de

tratar la rima en sus respectivos TM. Primero, se contaron un total de 47 rimas en el TO, de las cuales 10 están presentes en el TM de Ardanaz, mientras que el TM de Berenguer cuenta con 23. Esta poca presencia de rima en la traducción se debe al uso de métodos que dan prioridad al contenido por sobre la forma del poema.

En lo que se refiere al método de traducción, Ardanaz y Berenguer coinciden en el uso de la traducción-alusión, pero Ardanaz varía más los métodos empleados. En el caso de Ardanaz, se identificó el uso de la traducción-información en 5 de sus traducciones, por lo que en estos casos se obtuvo una traducción sin rimas. Adicionalmente, Ardanaz emplea la traducción-alusión en 9 poemas donde mantiene una de las rimas del original en algunas estrofas. Además, solo hay un caso donde todas las rimas del TO son trasladadas al TM en su estrofa correspondiente por el uso de la traducción-aproximación. Por el contrario, Berenguer emplea constantemente la traducción-alusión, lo que da pie a que su TM tenga más presencia de rimas. Berenguer emplea este método en 14 de sus traducciones y obtiene como resultado poemas sin metro, pero con una, dos o tres rimas en algunas estrofas. Solo se encontró una variación donde se empleó la traducción-aproximación.

Respecto a las técnicas de traducción, Ardanaz y Berenguer coinciden en el uso de la traducción literal y la transposición, pero se diferencian en la cantidad de versos rimados que producen con estas. A Ardanaz la traducción literal solo le permite formar rimas en dos poemas de su TM, mientras que Berenguer emplea esta técnica en múltiples versos rimados de su TM. Además, Ardanaz usa la transposición muchas veces en comparación con Berenguer, pero ambas obtienen pocos versos rimados como resultado. Por otro lado, Berenguer emplea más la compensación a diferencia de Ardanaz debido al uso de la traducción-información por parte de Ardanaz.

4. CONCLUSIÓN

La presente investigación pretende realizar un análisis comparativo de dos traducciones de quince poemas de Dickinson. Este análisis tiene como objetivo comprender la resolución de problemas de Ardanaz y Berenguer en la traducción de la rima por medio de la identificación de los métodos y las técnicas de traducción empleadas y así observar las diferentes opciones a las que puede llegar un traductor al momento de abordar la rima.

El primer objetivo específico consistió en describir los métodos utilizados por ambas traductoras. En el caso de Ardanaz, se observó un mayor uso de la traducción-alusión, aunque también se identificó el uso de otros métodos como la traducción-información y la traducción-aproximación. En lo que respecta a Berenguer, se identificó un uso constante de la traducción alusión y en una ocasión se empleó la traducción-aproximación.

En tanto al segundo objetivo, consistió en explicar las técnicas de traducción empleadas para traducir los versos rimados. Se encontró que ambas traductoras emplearon frecuentemente la traducción literal, la transposición y la compensación. En la traducción de Ardanaz se observa que utiliza la compensación en menor medida en comparación con otras técnicas debido a su uso de la traducción-información. Por otro lado, Berenguer

emplea la compensación en más ocasiones que Ardanaz ya que utiliza constantemente un método que le permite el traslado de los elementos poéticos.

Finalmente, en el tercer objetivo se compararon ambas traducciones. Gracias a la metodología analítica y comparativa empleada se encontró que ambas traductoras tienen un enfoque en traducir el contenido sobre los elementos estéticos del poema. Aun así, el TM de Ardanaz se diferencia del de Berenguer por su poca presencia de rima, esto debido a que Ardanaz utiliza varias veces la traducción-información para su TM, mientras que Berenguer mantiene un uso constante de la traducción-alusión. Asimismo, se diferencian en las técnicas que les ayudan a formar versos rimados. En el caso de Ardanaz, la traducción literal le permite formar pocas rimas, mientras que Berenguer emplea esta técnica en diversos versos rimados. También, Ardanaz emplea en menor medida la compensación en comparación con Berenguer, lo que disminuye las apariciones de rima en su TM.

REFERENCIAS

- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3a. Ed). Pearson Educación.
- Bousoño, C. (1985). Teoría de la expresión poética. (7a. Ed). Editorial Gredos.
- García Yebra, V. (1994). *Traducción: historia y teoría*. Editorial Gredos.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. Ed). McGraw Hill Education.
- Hurtado Albir, A. (2001). *Traducción y Traductología. Introducción a la traductología*. Cátedra.
- Hurtado, J. (2000). Metodología de la investigación holística. Fundación Sypal.
- Soto, D. (2014). Bases para la traducción-recreación al español de poemas escritos en francés. *Entreculturas*, 6, 89-114.
<https://doi.org/10.24310/Entreculturaserisci.vi6.11522>
- Torruela, J., Llisterri, J. (1999). *Diseño de corpus textuales y orales*. Editorial Milenio. pp. 45-77.
https://www.researchgate.net/publication/266865799_Diseno_de_corpus_textual_es_y_orales

La emigración de una familia mexicana al Madrid del siglo XXI en la novela Ceniza en la boca de Brenda Navarro (2023)

Laura Margarita Febres

Katholische Universität Eischstätt Ingoldstadt, Schottenau 50, 30-90, Eischstätt, Alemania.

febres.laura@gmail.com

Abstract: This paper is part of a project that analyzes novels written by women who emigrated from Spain or Latin America to (other) European countries during the 20th and 21st centuries in order to investigate how the genre of the novel gives voice to these subjects marginalized by the emigration. We adopt an interdisciplinary approach combining gender studies with literature, history and social sciences. This work will expand and deepen the research published in the edited volume *The Feminine Gaze from Cultural Diversity* and the work carried out at the University of Alcalá on this topic entitled *Migratory memory in the Spanish novel of the 20th century*. As the novel studied expresses a certain autobiographical nuance, because it is narrated in the first person, we use for its analysis the theoretical assumptions proposed by Philippe Lejeune. However, the novels are not strictly autobiographical, since in their development we also find fictional elements. Objective: 1. Analyze the voices of Mexican culture expressed in *Ceniza en la boca* through the family structure present in the novel. Our methodology is based on Mikhail Bajtín's (1991) theories on the novel as an initial point of reference, which are valid in the 21st century, and the approach developed by Shirley Mangini, who proposed a genre theory for works that alternate between literature and history. Furthermore, as a basis for the analysis of this novel, we will base ourselves on gender and economical prejudices about migrant women and on the characteristics of this type of novels pointed out by Arianna Dagnino.

Keywords: novel, emigration, women, México, Spain, family, XXth an XXI Centuries

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos veinticinco años se han dedicado numerosos estudios a la perspectiva femenina en la literatura sobre migración, a menudo en relación con el cuerpo o la identidad femenina (por ejemplo, los artículos en Willis et al., 2019, así como en Brinker-Gabler, 1997). Los investigadores de las ciencias sociales también abordaron la migración femenina (a Europa) en relación con la diáspora, la política transnacional y el conflicto (Bermudez, 2016). Este estudio adoptará un enfoque interdisciplinario combinando enfoques de estudios de género con literatura, historia y ciencias sociales. Esta ponencia ampliará y profundizará la investigación ya publicada en el volumen editado por la Universidad Metropolitana en Caracas *La Mirada femenina desde la diversidad cultural: Relatos literarios desde 1960 hasta el presente* y el trabajo realizado en la Universidad de Alcalá, publicado por la Universidad Metropolitana sobre este tema titulado *Memoria migratoria americana en la novela española del siglo XX*.

2. ESTUDIO

Nuestro trabajo se basa en las teorías de Mijaíl Bajtín (1991) sobre la novela como punto de referencia inicial, que son todavía válidas en el siglo XXI, y el enfoque desarrollado por Shirley Mangini, quien propuso una teoría de género para obras que alternan entre literatura e historia. Además, como fundamento para el análisis de esta novela, nos basaremos en estudios de género, sociológicos y económicos que han revelado los prejuicios existentes sobre las mujeres migrantes.

Ese tipo de novela tiene las siguientes características:

Arianna Dagnino states that a typical transcultural novel would have at least one of the following features: 1) the narrators' lifeworld is characterized by experiences of border crossing and transnational identities; 2) the narrator and/or the narrative challenge(s) the collective identity of a particular community; 3) traditional notions of 'home' are disputed; 4) a kind of blended or "fusion" idiom is promoted. (Dagnino, 2015, p. 213, en: Petrilli & Ji, 2023, p. 259)

Usaremos el método histórico comparativo. Estudiaremos esta novela femenina también en el ámbito político, en el contexto español y mexicano en los que se escribió. Como la novela estudiada expresa cierto matiz autobiográfico, porque está narrada en primera persona, utilizamos para su análisis los presupuestos teóricos propuestos por Philippe Lejeune (2016). Sin embargo, las novelas no son estrictamente autobiográficas, ya que en su desarrollo encontramos también elementos ficcionales.

2.1. Objetivos

Analizar las voces de la cultura mexicana expresadas en *Ceniza en la boca* a través de la estructura familiar presente en la novela.

Expresar las nuevas realidades a las que se enfrenta la familia en España: la soledad, la carestía económica, el *bullying* escolar y el suicidio.

Mostrar el lenguaje y las estructuras textuales que sirven para contar la historia y expresar cómo el proceso de la escritura permite denunciar las realidades mostradas.

2.2 Resultados

La novela cumple con todos los requisitos que Arianna Dagnino señaló en la metodología arriba citada que tienen las novelas de la emigración:

2.2.1 “[T]he narrators' lifeworld is characterized by experiences of border crossing and transnational identities”: En este caso la madre es la primera que emprende el viaje hacia España y allí olvida sus nexos afectivos como madre de dos hijos que están constantemente extrañándola. Descarga el peso de estos nexos en el personaje de su hija, narradora de la novela, quien se siente abrumada por esa carga. A la vez, los dos hijos están constantemente soñando cómo se pueden escapar a Estados Unidos o a Europa para solucionar el problema de la carestía económica y afectiva que sufren en México.

2.2.2 “[T]he narrator and/or the narrative challenge(s) the collective identity of a particular community”: En la novela las características culturales de la identidad mexicana están

descritas con bastante detalle enmarcadas dentro de una familia que ha tomado la decisión de emigrar. Pero no solo esto, sino que se describen los detalles de la cotidianidad mexicana asolada por la lucha contra el narcotráfico, la violencia doméstica y la desaparición de alguna de las amigas de la narradora por causa del género.

2.2.3 [T]raditional notions of 'home' are disputed": Los personajes no consiguen un lugar seguro para reposar de las angustias diarias, de ahí el suicidio de Diego, hermano de la narradora, quien no puede evitar en el día a día el recuerdo de este hecho que se encuentra fijado en su mente. No hay posibilidad de hogar para estos personajes traumatizados.

2.2.4 kind of blended or "fusion" idiom is promoted": Aunque la mezcla de palabras de distintos idiomas no es tan fuerte como en otras novelas de este género, aparecen con frecuencia vocablos en inglés al lado de vocablos mexicanos, españoles y catalanes para describir situaciones narradas. En inglés: "fucking redneck, oh, sí, fucking gilipollas" (Navarro, 2023, p. 139).

2.3 Discusión

Para esta discusión nos centraremos en los personajes que componen la familia descrita en la novela que expresan la historia de su identificación con México, pero a la vez los motivos de su emigración.

La trama de la novela no está contada de manera lineal, sino que los acontecimientos graves retornan una y otra vez a través del lente de la narradora al primer plano de la narración; tal es el caso del suicidio del hermano, con el que se empieza y se termina la obra, aunque la novela está dividida en cuatro partes. Esto tiene que ver con que la novela explora sobre todo el lenguaje del cuerpo, que no tiene un principio y una conclusión como las construcciones intelectuales.

Empezaremos por el análisis de la figura de la abuela, que una vez que la madre emigra cuida a los dos nietos por nueve años, les cocina su comida predilecta hasta que la mala conducta de Diego la impulsa a mandarlos a España con su madre. La novela está llena de disputas familiares parecidas a esta:

<<¡Es tu mamá! Y Diego, con el ceño fruncido y la trompa muy parada dijo que no quería hablar y mi abuela que sí, anda, que sí, y Diego que sírveme más, y mi abuelo y yo cortándole pechuga a Diego, y cuando Diego tuvo el plato nos miró muy enojado y estrujó la pechuga entre sus dedos y aventó los pedazos a mi abuela y se fue al cuarto y gritó que no quería saber más, que no iba con mi mamá hasta que fuera por él>> (Navarro, 2023, p. 40).

La abuela había tenido a su vez una historia traumática porque su padre había permitido que la violaran cuando era adolescente, sin embargo, el abuelo quiso casarse con ella y de allí nace la familia de la novela que estudiamos:

<<Porque cuando yo tenía trece años y mi papá dejó que los vecinos me violaran, me dijo que mejor los vecinos que otros que no conocíramos y yo pensaba que no pasaba nada, pero sí pasaba porque yo les tenía miedo a todos y no quería hombre a mi lado, pero luego llegó tu abuelo y dijo que así, como fuera, me llevaba con él, y mi papá dijo que sí>> (Navarro, 2023, p. 23).

A ratos la abuela es un personaje muy lúcido, que tiene costumbres muy mexicanas:

<<Con las plantas no, con las plantas no! Y mi abuela les hablaba y les cantaba, igual que cuando hacía tamales y le hablaba a la masa para que no se cortara y los tamales salieran esponjositos. Al fin y al cabo es maíz, es planta, te escucha, sabe a lo que vino, nos decía, y Diego y yo no aguantábamos la risa, pero le hacíamos caso>> (Navarro, 2023, p. 140).

Continuamos con la figura de la madre, quien nunca le habló de su padre a la narradora. La novela nos plantea la duda de que probablemente ella fue fruto de una violación. Luego la madre conoce a su marido, el padre de Diego, pero él muere de cáncer cuando éste era muy pequeño.

De allí que la madre se encuentra frecuentemente deprimida por el exceso de trabajo que tiene que realizar para mantener a la familia. Así que decide emigrar y los niños pasan nueve años solos. La narradora le recrimina a su madre que se siente muy bien en Europa, por lo que no va a visitarlos con frecuencia y los ha olvidado:

<<Contrario a nosotros, yo veía a mi mamá muy en su salsa, como si Madrid le diera vida, como si hubiera estado aletargada todo el tiempo que vivió en México y en España se le hubiera salido una mujer que nunca había sido>> (Navarro, 2023, p. 34).

La novela está en su mayoría escrita en primera persona y es la vida de la narradora la que ocupa la mayor parte de ella. En primer lugar, empieza a preguntarse quién es su padre: <<Para qué quieras saber quién es tu papá, para qué? Y yo bajaba la cabeza porque no sabía, pero quería saber. No sé qué quiero saber, pero quiero saber, le decía>> (Navarro, 2023, p. 23).

Una gran parte de la novela está dedicada a la relación muy estrecha que tiene con su hermano al que tiene la obligación de cuidar porque su madre se ha ido y ha descargado su responsabilidad en ella:

<<¿Qué es lo que más extrañas de México?, me preguntaba Tom Tomás. Extraño a mi hermano. Pero tu hermano vive en Madrid. Pero extraño a mi hermano, el de México, el que era pequeño y gracioso. ¡Pero lo tienes en Madrid! Ajá, pero yo lo extraño de México, no de Madrid, porqué en Madrid se ha vuelto adolescente e inútil, y terco e irónico y necio y grosero>> (Navarro, 2023, p. 66).

La novela tiene muy presente el paso del tiempo en el cual los personajes se transforman y actúan como demostramos en la cita anterior por medio del personaje de su hermano. Las relaciones afectivas fueron fuertes, pero ya no lo son, como ocurre también con su novio escoses, el cual es descrito con el refrán siguiente: <<Quiere la leche, pero no quiere la vaca>> (Navarro, 2023, p. 61).

Cuando el novio descubre la verdad sobre la posición económica de la narradora, que no es la estudiante de Máster que él pensaba que era, sino que entre otros trabajos es repartidora de comida, la deja, lo que permite que la narradora pregunte lo siguiente:

<<Hubieras cogido commigo de saber que soy repartidora de comida y que lavo el culo de ancianos y niños? ¿Lo hubieras hecho? ¿Me hubieras presentado a tus amigos? Y Tomás titubeaba. Yo también. Pero tomé las bolsas, abrí la puerta y me fui>>(Navarro, 2023, 76-77).

Sin embargo, este trabajo sobre la narradora principal quedaría inconcluso si no hacemos alusión a sus dos trabajos de cuidadora de ancianos descritos en la novela, que nos comunican lo duro que puede ser este trabajo desde el punto de vista corporal y también anímico. En el

primer trabajo de cuidadora, la anciana la insulta, la llama “¡Que me dejes, inútil, bruta, india!” (Navarro, 2023, p. 53), por lo que la narradora tiene que abandonar el trabajo.

En el segundo trabajo la narradora se encariña con la anciana, establecen una relación de amistad y, aunque al morir esta en el hospital la familia no le avisa de su muerte, el nexo entre ellas es tan fuerte que la anciana dice: <<Siento que puedo contártelo todo, ya no tenemos secretos, ¿qué secretos puede tener una persona como yo a la que una muchacha cómo tú le huele los pedos que se le salen solos?>> (Navarro, 2023, p. 84). Aquí vemos también uno de los muchos ejemplos donde la novela describe el lenguaje del cuerpo.

Se acentúa la nostalgia que la narradora siente por México, país del cual extrañaba entre muchas otras ataduras su concepto de comunidad:

<<Extrañaba ese sentimiento de comunidad de sabernos unos pinches desgraciados, inútiles, soberbios, apasionados. Aja, apasionados, porque para sobrevivir necesitábamos mucha pasión, pasión que da el hambre, el cansancio, el hartazgo>>. (Navarro, 2023, p. 67)

Frente a esto: <<Europa me parecía aburrida y vieja y sola. Tantos europeos juntos, viajando, comprando y diciéndonos qué hacer y cómo hacerlo y todos viejos del alma y del cuerpo, y solos, bien solos>> (Navarro, 2023, p. 67).

El último personaje de la familia a analizar es Diego, cuyas cenizas, después de su incineración, dan nombre a la novela *Ceniza en la boca*. La narradora, su hermana, la encargada de llevar sus cenizas a México, come parte de ellas; por eso la novela lleva este nombre.

<<Mi tío sí se dió cuenta de que yo me comía a Diego de vez en cuando. Me dijo que me vio varias veces hacerlo, pero que no se lo podía creer, y que por eso era incapaz de decirme nada en el momento. ¿Por qué lo haces?, me preguntó. Me quedé en silencio. Te va a hacer daño, te vas a poner mala. Ojalá, contesté sin razonar mucho>>. (Navarro, 2023, p. 154)

El hecho de que la narradora coma las cenizas nos habla de la unión que en vida tuvo con su hermano, un muchacho emigrante que se suicida porque no se puede asimilar a la sociedad madrileña. Caminando por Madrid en los barrios con mucha presencia de emigrantes latinoamericanos y viendo a los jóvenes en sus motocicletas es imposible no pensar en Diego:

<<El cuerpo de mi hermano solo, sin eco, sin consignas, porque a quién le importaba un niño más de cualquier barrio de Madrid que ni siquiera había nacido ahí. Diego, así, solito, en la acera de debajo del edificio donde vivía con mi mamá, con dos o tres curiosos muertos de hambre y de esperanzas como él>>. (Navarro, 2023, p. 43)

Diego sufre de *bullying* escolar como ha ocurrido con los personajes de otras novelas como *Hija de inmigrantes* de Safia El Aaddam (2023), ya estudiada, donde los libros escolares son los motivos de la contienda:

<<Y me contó que le habían robado su libro de Lengua y que él los había visto y había ido a quejarse al tutor, pero que el tutor le dijo que no podía acusar a la gente así como así, y Diego le dijo que no, que él los había visto y que revisaran sus mochilas, que ahí tenían su libro, y el tutor le dijo que no, que no iban a revisar nada>>. (Navarro, 2023, p. 35)

Luego los vecinos también lo rechazan, la novia lo abandona y el personaje se vuelve cada día más agresivo, incluso llega a pegarle a su madre.

La narradora tampoco tiene ganas de vivir y esto se acentúa después de su viaje a México para entregar las cenizas de su hermano, porque allí ve la tragedia de muchos de sus amigos y familiares que viven en una guerra por los problemas del narcotráfico, los distintos problemas de maltrato doméstico y la desaparición por causa del género que viven algunas de sus amigas y familiares.

3. CONCLUSIÓN

Al centrarnos en los personajes que componen la familia descrita en esta novela podemos conocer las vicisitudes que experimentan los sujetos cuando se enfrentan al hecho migratorio, tenidas en este caso de las particularidades de la proveniencia mexicana de estos.

Al leerlas podemos darnos cuenta de la complejidad del fenómeno para los personajes provenientes de Latinoamérica, complejidad que debe ser también tenida en cuenta por el país de acogida España, que según lo mostrado en la narración debiera adoptar mejores políticas laborales y educativas para garantizar a los migrantes un mejor destino.

REFERENCIAS

- Bajtín, M. (1991). *Teoría y estética de la novela*. Taurus.
- Beramendi, J. (2008). Memoria, tradición e identidades. En Beramendi et al. (Eds.), *Identidades y memoria imaginada* (pp. 9-18). Universitat de Valencia.
- Bermudez, A. (2016). *International Migration, Transnational Politics and Conflict. The Gendered Experiences of Colombian Migrants in Europe*. Palgrave Macmillan.
- Bolte, R., Haase, J. & Schluender, S. (Eds.). (2018). *La hispanística y los desafíos de la globalización en el siglo XXI. Posiciones, negociaciones y códigos en las redes transatlánticas*. Iberoamericana.
- Brinker-Gabler, G. (Ed.). (1997). *Writing new identities. Gender, Nation, and Immigration in Contemporary Europe*. University of Minnesota Press.
- Colmeiro, J. (2021). *Cruces de fronteras: globalización, transnacionalidad y poshispanismo*. Iberoamericana.
- Dolle, V. (Ed.). (2020). *¿Un sueño europeo? Europa como destino anhelado de migración en la creación cultural latinoamericana. (2001-2015)*. Iberoamericana.
- Febres, L. (Ed.). (2018). *La mirada femenina desde la diversidad cultural: Relatos literarios desde 1960 hasta el presente*. Universidad Metropolitana Caracas.
- Febres, L. (2021). *Identidad femenina y memoria migratoria en la novela española del siglo XX y XXI*. Universidad Metropolitana Caracas.
- Garrido Lecca, J. (2005). Reseña de "La memoria, la historia, el olvido, 1. ed. en español" de P. Ricoeur. *Persona*, 8, pp. 205-210. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=147112816011>
- Kunz, M. (2002). La inmigración en la literatura española contemporánea: un panorama crítico. En Andrés-Suárez, I., Kunz, M. & D'Ors, I. (Eds.), *La inmigración en la literatura española contemporánea*. Verbum.
- Lejeune, P. (2016). *El pacto autobiográfico y otros textos*. <https://archive.org/details/PhilippeLejeuneElPactoAutobiograficoYOtrosTextos/page/n47/mode/2up>

- Massey, D. (1994). *Space, Place, and Gender*. University of Minnesota Press.
- Petrilli, S. & Ji, M. (Eds.). (2023). *Intersemiotic perspectives on emotions: translating across signs, bodies and values*. Routledge.
- Ruiz, M. (2022). *Transacciones eróticas en la frontera sur de Ecuador*. Editorial FLACSO.
- Russo, L. (2021). Rosa Montero y la igualdad de género en el siglo XXI. En Saneleuterio, E. & Fuentes del Río, M. (Eds.), *Femenino Singular. Revisión del Canon Literario Iberoamericano contemporáneo*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Treviño, B. (Ed.). (2016). *Aproximaciones a la escritura autobiográfica*. Universidad Nacional Autónoma de México.

La campaña militar y el bloqueo naval de Coro: acciones de tierra y mar que neutralizan a los alzados de la Revolución de Coro (1874-1875)

Germán José Guía Caripe

Universidad Simón Bolívar, Departamento de Formación General y Ciencias Básicas, Área: Pensamiento Crítico. Venezuela. Valle de Camurí Grande, Parroquia Naiguatá del estado Vargas, 1162.

gguia@usb.ve

Abstract: This section analyzes the military campaign and naval blockade directed by General Antonio Guzmán Blanco through the operations of the Coro Campaign, northwest Venezuela, between 1874 and 1875. The use of war steamers in the National Squadron allowed the maximum mobility of the infantry corps units and the supply in their destination area, this was part of the logistics in modern war. Steam warships became primary means of transporting troops given the lack of expeditious land communication routes. In short, the constitutional forces went from leading small divisions to permanent Army Corps, with greater numbers and better equipment in organization and weapons, which allowed Guzmán Blanco to consolidate himself in central power for eighteen years (1870-1888).

Keywords: Military campaign, Naval blockade, Venezuela, Army, 19th century.

Resumen: Este apartado analiza la campaña militar y bloqueo naval dirigido por el general Antonio Guzmán Blanco a través de las operaciones de la Campaña de Coro, noroeste de Venezuela, entre 1874 y 1875. El empleo de los vapores de guerra en la Escuadra Nacional permitió la máxima movilidad de las unidades de los cuerpos de infantería y el abastecimiento en su área destino, ello formaba parte de la logística en la guerra moderna. Los buques de guerra a vapor se convirtieron en medios de primer orden para el transporte de tropa dada la carencia de vías de comunicaciones terrestres expeditas. En suma, las fuerzas constitucionales pasaron de la conducción de divisiones pequeña, a Cuerpos de Ejército permanentes, de mayor número y mejor dotación en organización y armamento, lo que permitió a Guzmán Blanco consolidarse en el poder central por dieciocho años (1870-1888).

Palabras clave: Campaña militar, Bloqueo naval, Venezuela, Ejército, Siglo XIX.

1. INTRODUCCIÓN

Lograda la pacificación en 1873, el guzmancismo regenerador se da a la tarea de afianzar el proyecto liberal con mayor sustento político y económico en el país. Guzmán Blanco

consolida un apoyo mayoritario de los propietarios, es decir, los dueños de tierras y grandes comerciantes, particularmente, de la región central (Caracas-La Guaira y Valencia-Puerto Cabello).

El General y Doctor Antonio Guzmán Blanco integra a los jefes regionales al proyecto liberal a través de sus milicias. Confirma la unidad nacional, sometida desde la región central. No obstante, respeta los intereses políticos y económicos de los caudillos provinciales, siempre y cuando no vulneraran su centralismo. Los jefes guerreros son el respaldo armado de ese orden legal que se impone desde Caracas, aunque, su universo era inestable por sus rivalidades. Cuando se afectaban sus disposiciones políticas y económicas, salían en armas con sus mantoneras para restablecer su poderío y dominio regional en peligro.

La Colina o Revolución de Coro, fue un movimiento armado insurreccional que tuvo lugar durante el Septenio (1870-1877), período fundamental dentro de los veinte años que duró el guzmancismo en la escena política de la segunda mitad del siglo XIX. Surgió para hacerle frente a las medidas centralizadoras e impuestas desde la ciudad de Caracas por el Ejecutivo guzmancista, quien desconoce la autonomía regional.

Este alzamiento, aunque tuvo sus inicios en la Provincia de Coro (1864), rápidamente se hizo extensivo a varios puntos de la geografía de los Estados Unidos de Venezuela, entre los cuales tenemos: Barcelona y Barquisimeto. Esta insurgencia tuvo su origen el 17 de octubre de 1874 y alcanza su fin el 17 febrero de 1875, es decir, que la contienda se realizó durante 100 días y tiene como protagonistas a los Generales: León Colina, José Ignacio Pulido, José Gregorio Riera, Romualdo Falcón y Fernando Adames, los cuales se declaran rápidamente, en rebeldía contra el sistema de alianzas establecido por el gobierno de Abril y la intervención de los delegados nacionales fieles al poder central, que transgreden la autonomía establecida en los estados. En consecuencia, el propio Guzmán Blanco, sale de Caracas acompañado de una poderosa campaña militar y naval para repeler de manera inmediata al último bastión focalizado en Coro.

En este sentido, se conforma una movilización de más o menos unos 30.000 efectivos—que para la época y dadas las circunstancias resultó extraordinario poder tener ese número de soldados en un sólo contingente—, entre Estado Mayor, oficiales, clases e individuos de tropa, junto a un gran despliegue de vapores, barcos a velamen y armamentos novedosos para sofocar con eficacia y eficiencia la Colina, cuyo resultado logró repeler las fuerzas detractoras ya los desobedientes que no querían entrar en cintura.

Después de derrotar a los alzados, estos salen exiliados fuera de Venezuela. Guzmán Blanco concluye las operaciones en Coro con un pomposo desfile militar y regresa a la capital del

país, lleno de gloria, fama y honor, los cuales son propicios para asegurar la paz conquistada a través del poder disuasivo de las armas. No obstante, para poder lograr un nuevo orden caudillista y conservar el ejercicio autocrático del poder, era necesario deslastrarse de la fuerte carga que representaba la inestabilidad política, no obstante, también resultó determinante la figura del caudillo o señor de la guerra, que tuviera la mano dura para vencer a los opositores en procura de sus propios beneficios, en otras palabras, para mantener las relaciones patrimoniales entre el patrón y sus clientes.

Después de la Guerra Federal (1859-1863), la Colinera fue el hecho histórico que requirió la mayor movilización y concentración de recursos militares y navales nunca antes visto en la Venezuela decimonona, los cuales fueron necesarios y cruciales para tranquilizar el territorio nacional entre 1870-1873. Ningún otro esfuerzo previo del guzmancismo se puede comparar con las maniobras desplegadas durante la Revolución de Coro, puesto que sin ellas jamás, se habría podido alcanzar los logros obtenidos en la región coriana.

En fin, es posible deducir a través de ello, que el General en Jefe, Antonio Guzmán Blanco tenía un objetivo previamente definido, no en vano instituyó su poder por casi diez y ocho años al lograr controlar a los demás jerarcas regionales. Este esfuerzo estuvo establecido por medio de las mejoras operativas y los materiales de guerra del Ejército de Línea y de la Marina de Guerra con la conformación y puesta en marcha de una Escuadra Nacional a vapor. Todos estos fueron elementos cruciales para contrarrestar las acciones de los caudillos regionales con afán de poder y ansias de decretar pérdida de la soberanía en sus entidades por los diversos cambios constitucionales (1864 y 1874), muy comunes durante la época.

2. ESTUDIO

La investigación plantea una problematización que se centrará en re-construir historiográficamente el alzamiento regional en la Provincia de Coro, conocido hasta ahora como La Colinera o Colinada (1874-1875), y la implementación de contingentes, armamentos, equipos, logística y otros menesteres, desplegados por el Gobierno de Guzmán Blanco para sofocar con eficacia la referida sublevación.

Una manera de reorientar las fuerzas fue a través de la promulgación del Código Militar (1873), que fungió como brújula para direccionar la Fuerza Terrestre y Naval de ese entonces, estableciendo la primera como la más importante la cual debía dominarse y controlarse para la consolidación del Ejército Permanente, es decir, la Infantería, Caballería, Artillería y Cuerpos Facultativos, así como también, las Milicias Ciudadanas de carácter Nacional y Estadal que estaban al servicio de los caudillos regionales. Aunado con la compra de unos vapores de guerra que permitía movilizar con mayor rapidez los contingentes de infantería. De esta manera, se llega a unificar en una sola fuerza estos tres

bastiones de poder con un mismo fin: la pacificación y control de los Estados Unidos de Venezuela.

De ahí que, el estudio del impacto de La Colina como acción caudillesca regional contra las medidas centralizadoras del gobierno se convierte en un importante episodio de disenso de los caudillos (ex aliados) que antes formaban parte de la pirámide de poder del sistema caudillista establecida desde abril de 1870 hasta finales de 1874. Muchos de estos jefes militares y también con potestad civil –en su mayoría- eran veteranos de la Guerra Federal y de otros episodios bélicos. Estos señores de la guerra, eran muy arrojados en el combate y contaban con gran disposición de hombres a su mando inmediato y expertos a través de la práctica de la guerra de guerrillas, lo cual era muy común en el siglo XIX.

3. CONCLUSIÓN

El general en jefe Guzmán Blanco se propuso aumentar la masa muscular del Estado venezolano, pero ello pasaba por la adecuación de varios factores concomitantes. Uno de ellos, era asegurar la pacificación política del territorio nacional, cuestión que a su modo de ver no sería posible sin la obra de un gobierno fuerte y de connotado acento personalista.

Sin embargo, tal concepción no estaba divorciada del necesario concurso de los jefes regionales, con quienes se establecieron alianzas estratégicas que abarcaron contingente armado que tenían a su cargo. Todo ellos en sintonía con la necesidad manifiesta de equiparlo en la medida de lo posible a los cambios que la Revolución Industrial marcaba para la época. Se trataba pues de incorporar en el medio castrense venezolano, los novedosos arquetipos del arte de la guerra, incrementar el poder de fuego que ofrecían los fusiles y cañones de ánima rayada, los buques a vapor, la telegrafía y la logística en general.

El general León Colina se aprovechó del fuerte sentimiento autonomista en las regiones para liderizar la rebelión contra Guzmán Blanco e imponer su propia hegemonía personal, dado el distanciamiento ocurrido entre ambos con motivo al nombramiento de los nuevos Designados que eventualmente, sucederían al jefe máximo en caso de una definitiva sucesión presidencial. La derrota de las dos facciones de la Revolución de Coro (1874-1875), dirigidas por los generales León Colina y José Antonio Pulido, estribó en la falta de apoyo logístico, el completo descontrol en los mandos y el predominio del empirismo en la táctica y estrategia de combate. En cambio, Guzmán Blanco se valió de las innovaciones derivadas de la segunda revolución industrial que imprimió potencia y precisión en las armas de fuego, velocidad y capacidad a los vapores de guerra, proyección al uso del telégrafo eléctrico que en conjunto otorgaban una ventaja abrumadora sobre el adversario mal estructurado.

El empleo de los vapores de guerra en la Escuadra Nacional permitió la máxima movilidad de las unidades de los cuerpos de infantería y el abastecimiento en su área destino, ello formaba parte de la logística en la guerra moderna. Los buques de guerra a vapor se convirtieron en medios de primer orden para el transporte de tropa dada la carencia de vías de comunicaciones terrestres expeditas. Guzmán Blanco se empeñó en tener una assertiva organización militar, inspirada en el modelo prevaleciente en Europa y los Estados Unidos, que estuviera apresta para cualquier eventualidad interna y externa. Quería cambiar la precaria realidad del soldado improvisado y poco preparado para el combate. No obstante, los recurrentes conflictos internos y las limitaciones del tesoro nacional hizo cuesta arriba cualquier iniciativa tendente a consolidar en el tiempo una moderna y centralizada institución castrense.

REFERENCIAS

- Almirante, J. (1869). *Diccionario militar, etimológico, histórico, tecnológicos con dos vocabularios en francés y alemán*. Imprenta del Depósito de Guerra.
- Navas Blanco, A. (2001). *La rotunda de Caracas: configuración del Estado como aparato de violencia (1840-1936)*. Universidad Central de Venezuela.
- Castellanos, R. R. (compilador) (1969). *Guzmán blanco íntimo*. Ediciones librería historia.
- Cardona, S. E. (2016). *Napoleón y revolución. Las guerras revolucionarias: gestas admirables, batallas sangrientas y estrategias militares de las guerras revolucionarias (1792-1802) en las que napoleón cimentó su imperio*. Ediciones nowtilus.
- Guía Caripe, G. J. (2015). Carbón y hierro: fuerza marítima que consolida la armada nacional durante la regeneración guzmancista (1873-1876). *Tiempo y espacio*, 351-382. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-94962015000200016&lng=es&nrm=iso&tlang=es
- Goda, L. (1889). *Campañas militares del general Antonio Guzmán Blanco; su carácter y condiciones militares*. Sin editorial.
- Keegan, J. (1976). *El rostro de la batalla (traducido del inglés por Juan Navarro)*. tunerlibros.com.
- Márquez, R. R. (1944). *Guzmán Blanco, el autócrata civilizador: parábola de los partidos políticos en Venezuela*. Tipografía Garrido.
- Varana, C. (1870). *Apuntes para un libro de historia militar y arte militar, entresacados en las mejores obras que tratan el mismo asunto*. Sin editorial.

La (Auto)Biografía Proyectual como Espiral Pedagógica: la investigación que retorna al aula. Caso de estudio: “Guía de Arquitectura Orgánica”

Jorge Villota Peña

Universidad Católica Andrés Bello UCAB

jvillota@ucab.edu.ve

Abstract: La complejidad de las formas orgánicas y su implementación docente exigen un cuerpo de investigación que posibilite distinguir fundamentos proyectuales mediante el examen de procedimientos (en vez de productos). En este sentido, la Biografía Proyectual se presenta como una aproximación metodológica a través de la cual el investigador, reconstruyendo su propia historia como proyectista, consigue identificar principios teóricos y pedagógicos inherentes a la Arquitectura Orgánica. El trabajo aquí presentado da cuenta de un ejercicio autobiográfico, con el soporte de treinta años de experiencia docente, en el que se tomaron diecinueve proyectos de pregrado elaborados en la Universidad Simón Bolívar entre 1984 y 1989. Se logró identificar una estructura subyacente a los casos estudiados, contentiva de tres categorías, Geometría, Memoria y Símbolo, las cuales brindan legibilidad teórica a la Arquitectura Orgánica en cuanto área de conocimiento. El producto de la investigación, una guía de naturaleza docente, se presenta como una vuelta de la investigación al salón de clase mediante una espiral pedagógica, en la que los conocimientos originalmente adquiridos en el taller han sido revisados a través de continuas miradas, más y más complejas.

Keywords: Arquitectura Orgánica, autobiografía proyectual; espiral pedagógica; guía docente.

1. INTRODUCCIÓN

De la cosificación al proceso en investigación; Arquitectura Orgánica

La investigación, en cuanto estudio sistemático de un problema o situación y planteamiento de su solución, es un proceso que puede tener distintas acepciones y modalidades, particularmente en Ciencias Humanas y en Arte. En el caso específico de Arquitectura, disciplina ubicada en la encrucijada entre Ciencia, Tecnología y Arte, definir investigación pudiese resultar una labor espinosa, máxime cuando, en torno al tema, la propia disciplina ha venido arrastrando tres mitos: 1) la Arquitectura es tan *sui generis* que los protocolos seguidos en una investigación normal no se pueden aplicar a la Arquitectura; 2) para poder erigirse con una epistemología fuerte y medianamente creíble, la Arquitectura debe apoyarse en otras disciplinas diferentes (preconcepto contrario al anterior), y 3) toda construcción o edificación es en sí misma investigación, por derecho propio (Till, 2005).

En este sentido, la disciplina de la Arquitectura usualmente se ha centrado en el dominio del oficio, es decir, en las habilidades y destreza obtenidas por la práctica profesional – en manos de los *practitioners*, cuya responsabilidad radica en el diseño y edificación de la

obra —, mientras que la construcción discursiva, es decir, la producción del conocimiento académico *per se*, ha quedado en manos de teóricos, historiadores y críticos de la Arquitectura. Así, el discurso de la teoría, la historia y la crítica, vale decir, la investigación *stricto sensu*, ha girado en torno al examen de la obra arquitectónica producida; al resultado físico (Gutián, 1998, p. 1). De haber alguna suerte de investigación durante la práctica profesional, esta se ubicaría en los pasos previos al proyecto. En síntesis, no habría coincidencia entre el proceso de investigación y el proceso de diseño.

El proyecto, en este marco, constituye un instrumento clave en la práctica del oficio arquitectónico; su esencia radica en su característica anticipadora. De hecho, lo fundamental en la disciplina arquitectónica es su naturaleza “prefigurante” de realidades espaciales —o mejor dicho, de aspiración a realidades— que expresan valores culturales y ambientales, e incluso civilizatorios; en fin, modos de vida. Resulta pues paradójico que la investigación arquitectónica se haya centrado en el análisis de la obra producida, de la “cosa”, y no en el examen del proyecto en sí ni en su capacidad anticipadora. Solo recientemente la investigación arquitectónica se ha volcado en el estudio del proyecto como proceso y no como producto.

Esta tendencia resulta fundamental para el estudio de uno de los géneros “disidentes” de la Arquitectura Moderna: la Arquitectura Orgánica. Tendencia alternativa a la ortodoxia y los cánones del llamado Estilo Internacional, la Arquitectura Orgánica está orientada a acercar la naturaleza al ser humano. No obstante, sus soluciones morfológicas, por lo general de carácter *sui generis* —y que en algunos casos pudiesen rayar en lo caprichoso— han resultado difícil de canalizar en el ámbito académico, particularmente en el pedagógico. Marcando un debate entre la lógica cartesiana y la del organicismo y metabolismo, la Arquitectura Orgánica ha sido objeto de múltiples interpretaciones y puntos de vista, en cuanto a su resultado compositivo y consecuentemente en lo que dice respecto a los procesos proyectuales involucrados.

Luego de la incorporación del término “orgánico” al argot de la disciplina, por Louis Sullivan a finales del siglo XIX (1896), la Arquitectura Orgánica ha sido objeto de diversas interpretaciones, entre las que se encuentran, dentro de la misma vertiente norteamericana, la perspectiva armónica, emocional e idealista de Frank Lloyd Wright en las primeras décadas del siglo XX (1908), así como, dentro de la vertiente europea, la posición “expresionista” de Hugo Häring en los años 1920 y 1930 (quien defendía la unicidad de las edificaciones en función del contexto, y la determinación morfológica desde adentro) (1925) y la óptica integral de Alvar Aalto entre los años 1930 y 1960 (sintetizando racionalidad e intuición). La subsiguiente defensa teórico-crítica de Bruno Zevi, quien abogaba por la recuperación del potencial disonante y dinámico de la arquitectura moderna (1984). Poco tiempo después, Sigfried Giedion identificaría una tendencia conocida como Tercera Generación, caracterizada por la expresividad escultórica de las formas y materiales (1965). Recientemente, desde finales del siglo pasado, los “biomovimientos” (tales como la Biomímesis, la Biofilia y la arquitectura biónica) han recorrido el camino de la sustentabilidad en la búsqueda de una teoría arquitectónica (Ivy, 2010). Asimismo, el advenimiento de la era digital, catalizada en buena medida por la incorporación de las computadoras u ordenadores en todos los ámbitos, particularmente en los procesos de diseño, en complicidad con la producción filosófica contemporánea (verbigracia la obra de

Deleuze, 1993), ha generado una transformación holística en la disciplina arquitectónica, la cual incluye tanto las formas resultantes como las estrategias proyectuales. Conocida como la Era del Pliegue, como Arquitectura Topológica, así como Blob Architecture y más recientemente como Arquitectura Paramétrica o Parametricismo (Schumacher, 2009), esta transformación ha estado marcada por la fluidez físico-espacial de superficies curvilíneas complejas o “hipersuperficies”.

Propuesta investigadora

La complejidad morfológica y procedimental de la Arquitectura Orgánica, así como la fragmentación de puntos de vista y la dificultad inherente a la instrumentación pedagógica de esta en los talleres de diseño de cualquier programa académico en Arquitectura, demanda un corpus de investigación lo suficientemente solvente y flexible que permita identificar coherencias, en medio de la fragmentación, mediante una aproximación “interna”, desde adentro, que enfatice los procedimientos proyectuales, y en la que la obra arquitectónica producida sea un medio y no el objeto de estudio.

Así, una de las posibles aproximaciones que se ha volcado recientemente al estudio del proyecto como proceso y no como producto, es la que se ha llamado Biografía Proyectual. La biografía proyectual “hace coincidir al diseñador y al teórico” (Gutián, 1998, p. 5). Es un método que permite pasar de una conciencia práctica a una discursiva, entendiendo que la conciencia práctica, meramente instrumental, dice respecto a la solución de problemas específicos y a la articulación de imágenes relativas a una obra materializable, mientras que la conciencia discursiva explica la trayectoria recorrida por el diseñador, así como los fundamentos y consecuencias de sus acciones (Gutián, 1998, p. 5).

En la biografía proyectual, el investigador reconstruye su propia historia como diseñador. En tal sentido, elabora una crítica del o los modelos asumidos, e identifica aspectos fundamentales o estructurales. Para ello, debe acudir a la “representación” arquitectónica, entiéndase dibujos y maquetas, como expresión (lenguaje) y contenido de sus propuestas proyectuales. De hecho, en la biografía proyectual interesa cómo se genera el conocimiento en el proceso de producción de las representaciones durante la proyectación arquitectónica (Gutián, 1998, p. 2). No en balde, el proceso de “prefiguración” coincidirá con el proceso de investigación.

En este sentido, esta investigación retoma los proyectos que elaboré en los cursos de taller, como estudiante de la carrera de Arquitectura de la Universidad Simón Bolívar, entre 1984 y 1989, todos dentro de la línea de la Arquitectura Orgánica, los cuales me permitieron, a través de un ejercicio crítico, identificar una estructura de pensamiento subyacente, tanto discursiva como prefigurante.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de la investigación consistieron, en primera instancia, en definir una estructura organizativa subyacente a los casos de estudio (traducidos en categorías), y a la postre identificar una estructura general que brindase inteligibilidad a un área de conocimiento, específicamente la Arquitectura Orgánica.

En términos más específicos, la problematización –condición *sine qua non* de toda investigación– apuntó a la identificación de una estructura epistemológica flexible que lograse organizar la diversidad de soluciones proyectuales elaboradas por un estudiante durante su paso por la Carrera de Arquitectura de la USB, a través de una mirada crítica, y que al final permitiese orientar, en términos amplios, los procesos físico-espaciales de diseño en el marco de una arquitectura orgánica.

La hipótesis, en tal sentido, se planteó como sigue: existe una estructura organizativa (expresada en categorías) subyacente a los proyectos de taller elaborados –de forma intuitiva– por un estudiante de pregrado, en el campo de la Arquitectura Orgánica, y dicha estructura, a la luz de la experiencia académica adquirida por él mismo a lo largo de una generación en las áreas de la Teoría, la Historia y la Crítica, permite esbozar precisamente una teoría estructurada sobre Arquitectura Orgánica.

3. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un ejercicio crítico, con el apoyo de tres décadas de ejercicio académico como docente e investigador, sobre los proyectos de pregrado (de mi autoría, en capacidad de estudiante), elaborados entre 1984 y 1989. A este respecto, los procesos proyectuales de 19 casos de estudio, colmados de búsqueda, estudio y experimentación, fueron analizados con el apoyo de la Teoría y la Historia de la Arquitectura.

Más que un único método, la investigación tuvo que construir un sistema metodológico para alcanzar los objetivos planteados. A este respecto, el método general en el cual se enmarca la investigación es el de la Biografía Proyectual. Sin embargo, se recurrió a un segundo método cualitativo con la finalidad de acometer el objetivo específico de identificar categorías discursivas.

Así, siguiendo un método etnográfico, mediante el cual se organizaron las ideas y los casos de estudio en función de los criterios inmanentes que dieron origen, en su momento, a las propuestas de diseño –en vez de imponer una lógica externa–, surgieron las categorías analíticas¹. En este sentido, partiendo de un “extrañamiento” inicial², seguido por un examen atento y exhaustivo de los casos de estudio, se fueron identificando regularidades, relaciones transversales y agrupaciones naturales, es decir, lógicas inherentes. Esto permitió generar a la postre una estructura organizativa subyacente a los casos de estudio.

4. RESULTADOS

Mediante este procedimiento, de carácter inductivo, y que bien podría llamarse “autoetnografía” (por la cercanía “participativa” –como autor– en la producción del objeto de estudio), se obtuvieron tres categorías, Geometría, Memoria y Símbolo,

¹ El método etnográfico, procedimiento “idiográfico” que trata de comprender la complejidad estructural de un caso concreto, identificando “regularidades” inherentes mediante una lógica inductiva, es una de las estrategias de investigación seguidas en la Metodología Cualitativa. Ver Miguel Martínez, *Comportamiento Humano* (Méjico D. F.: Trillas, 1999), 199-209

² Fase de carácter fenomenológico, consistente en la suspensión temporal o “puesta entre paréntesis” de toda teoría, hipótesis o idea previa; un estado de conciencia conocido en Fenomenología como *epojé*.

respondiendo precisamente a las características de los proyectos en relación con los procesos proyectuales seguidos, siempre desde una perspectiva “interna”.

Así, la Geometría dice respecto a la abstracción y la idealización; a la precisión y a las formas básicas, elementales y los sólidos platónicos. Es el campo de la regularidad, donde también habitan las formas contenedoras inteligibles, como la circunferencia, pero donde igualmente se halla la combinación dinámica de figuras y el manejo habilidoso de las líneas generatrices, origen de formas complejas. La Memoria se remite al campo de la evocación involuntaria e instantánea; de la manipulación y la reorganización eufemística del recuerdo. Es el campo fenomenológico por excelencia, donde se privilegian las vanguardias y la Tercera Generación de la Arquitectura Moderna, así como la experimentación estructural. Finalmente, el Símbolo es el espacio donde se despliegan las metáforas; las semejanzas morfológicas. Es el campo por excelencia de los signos y la Semiótica, de la densidad semántica y del “concepto arquitectónico” *stricto sensu*.

5. ANÁLISIS O DISCUSIÓN

La investigación, plasmada en un libro (actualmente en fase de publicación, titulado *Guía de Arquitectura Orgánica: Geometría, Memoria y Símbolo*, 2024), es de hecho el resultado de un proceso inductivo en el que un estudiante, a partir de la multiplicidad (los casos de estudio), logra identificar y comprender la estructura de un área de conocimiento (la Arquitectura Orgánica y sus caminos proyectuales); un proceso en el que la experimentación y la sucesiva comprobación de hipótesis anteceden —y se sobreponen— a un conocimiento preliminar construido sobre bases cognitivas tradicionales.

En este orden de ideas, la Guía se alinea con el “aprendizaje significativo”, en cuanto a la integración de nuevos conocimientos —y experiencias— con estructuras de conocimiento existentes. Asimismo, se emparenta con la Teoría de la Instrucción, en lo que dice respecto a la construcción —por parte del propio estudiante— de una estructura general que brinde inteligibilidad a un área de conocimiento.

De igual forma, el tránsito del Jorge estudiante al docente, durante un periodo de más de tres décadas, puede entenderse como una suerte de desarrollo en “espiral” en el que los conocimientos prístinos adquiridos en taller han sido visitados y revisitados, una y otra vez, a través de sucesivas miradas analíticas cada vez más complejas, dada la experiencia docente e investigadora que iba adquiriendo gradualmente en el campo de la Teoría, la Historia y la Crítica.

6. CONCLUSIONES

Aun cuando la actividad del taller de la USB —como cualquier taller arquitectónico— perseguía en primera instancia una formación instrumental (con una responsabilidad pragmática dentro del Plan de Estudio), tanto el conocimiento procesado como las habilidades ahí desarrolladas sin duda ubican la Guía igualmente dentro del campo de la investigación proyectual. Se trataría de una “conciencia práctica”, orientada a resolver un programa arquitectónico a través de espacios y contentiva de una iconografía representativa de un objeto construible (relativa a la actividad de taller), versus una “conciencia discursiva”, que explica los fundamentos de las acciones tomadas y la

trayectoria recorrida (investigación *per se*). No en balde, el proyecto arquitectónico, que va de una indefinición inicial a una concreción representativa, y en cuyo recorrido el estudiante genera conocimiento es, por su carácter creativo, un proceso investigativo.

Siguiendo este orden de ideas, en el que se pasa de una conciencia práctica a una discursiva, y donde se encuentran el proyectista y el investigador, experimentando una doble condición en la misma persona, se nos presenta la Guía como una suerte de biografía proyectual, o incluso “autobiografía proyectual”, término que lejos de contradecir la idea de autoetnografía, le resulta consustancial. Sería pues la reconstrucción crítica y epistemológica de la historia de un diseñador, elaborada por el mismo autor siguiendo un método etnográfico; reconstrucción en la que se identifican y explican los principios fundamentales concurrentes en el proceso de diseño y en los productos obtenidos, como modelo propio, pero con capacidad de extrapolación allende el periodo y el lugar en el que se dieron.

REFERENCIAS

- Deleuze, G. (1993). *The Fold. Leibniz and the Baroque*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Giedion, S. (1965). “Jörn Utzon and the Third Generation”, *Zodiac* 14.
- Gutián, D. (1998). “La Biografía Proyectual: ¿Una posibilidad de encuentro entre investigación y diseño arquitectónico?” *Tecnología y Construcción*, UCV/FAU, 14: 9-13.
- Häring, H. (1925). “Wege zur Form”, *Die Form: Zeitschrift für gestaltende Arbeit* 1: 3, <https://doi.org/10.11588/diglit.13211#0009> (consultado el 11 de noviembre de 2023).
- Ivy, R. (2010). “Biomania”, *Architectural Record*, abril.
- Jiménez, S. (2003). “Investigación y Proyecto Arquitectónico”. *Revista Guillermo de Ockham* 6 (2) (julio-diciembre de 2003): 13-40, <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/5b58ad72-5ef1-4389-b8b6-8dd2918e1332/content> (consultado el 3 de febrero de 2023).
- Martínez, M. (1999). *Comportamiento Humano*. México D. F.: Trillas.
- Schumacher, P. (2009). “Parametricism. A New Global Style for Architecture and Urban Design”, *Architectural Design*, julio-agosto.
- Sullivan, L. (1896). “The Tall Office Building Artistically Considered”. *Lippincott's Monthly Magazine*, marzo, 403-409.
- Till, J. (2005). “What is architectural research? Architectural research: three myths and one model”. Discussion Paper. Londres: Royal Institute of British Architects (RIBA) Research Committee.

- Villota, J. *Guía de Arquitectura Orgánica: geometría, memoria y símbolo. Portafolio explicado de proyectos*. Caracas: Abediciones, 2024 (en proceso de publicación).
- Wright, F. L. (1908). "In the Cause of Architecture". *Architectural Record*, vol. XXIII, N° 3, 155-165.
- Zamora, H. (2012). "La Investigación Proyectual en Arquitectura". Tesis Doctoral, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.
- Zevi, B. (1984). *A Linguagem Moderna da Arquitetura*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO: HORIZONTES DE INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

La presente obra, fruto del trabajo de muchos especialistas universitarios, ofrece una visión panorámica y multidisciplinaria de la investigación académica actual y su diálogo con la generación del conocimiento. Contempla múltiples áreas de las ciencias e ingenierías, las ciencias sociales y las humanidades, reuniendo un conjunto de estudios que, desde diversas disciplinas, abordan temas de gran relevancia para la comprensión y el avance de nuestro conocimiento científico y cultural. Los autores, destacados académicos en sus respectivos campos, presentan investigaciones innovadoras que abarcan desde el estudio de los yacimientos de gas y la dinámica de fluidos computacional hasta el análisis económico, la responsabilidad social empresarial y los estudios literarios. Cada capítulo aporta nuevas perspectivas metodológicas y teóricas, contribuyendo al progreso del conocimiento en sus respectivas áreas.

Los lectores encontrarán análisis rigurosos basados en métodos científicos avanzados, nuevas interpretaciones de fenómenos sociales y económicos, y reflexiones profundas sobre el papel de la cultura y el pensamiento en la sociedad. La obra destaca por su enfoque interdisciplinario, combinando métodos de investigación de las ciencias naturales, sociales y humanísticas. Estos variados temas se entrelazan para ofrecer una visión holística de los retos y logros presentes en el amplio espectro de la investigación académica contemporánea. Este volumen no solo contribuye al debate académico en múltiples campos, sino que también ofrece valiosas perspectivas para comprender mejor nuestro entorno tecnológico, social y cultural.

Supone, en general o en cada uno de sus capítulos, una lectura muy recomendable para estudiantes, investigadores y científicos interesados en las múltiples facetas de la investigación que se desarrolla en los ámbitos universitarios. Además, al incluir contribuciones de colaboración internacional, permite percibir también la importancia de potenciar la variedad y heterogeneidad de los grupos de investigación, lo que puede contribuir a incrementar la relevancia de los mismos en el contexto de la comunidad científica. Cabe destacarse, asimismo, que esta obra puede ayudar a aquellos que estén interesados en el diseño de metodologías científicas, pues estos trabajos presentan nuevos e innovadores modelos. Hablamos en conjunto de una novedosa aportación que muestra algunos de los más destacados horizontes de la investigación en el contexto de la educación superior. La cual forma parte hoy de las vanguardias del conocimiento.

