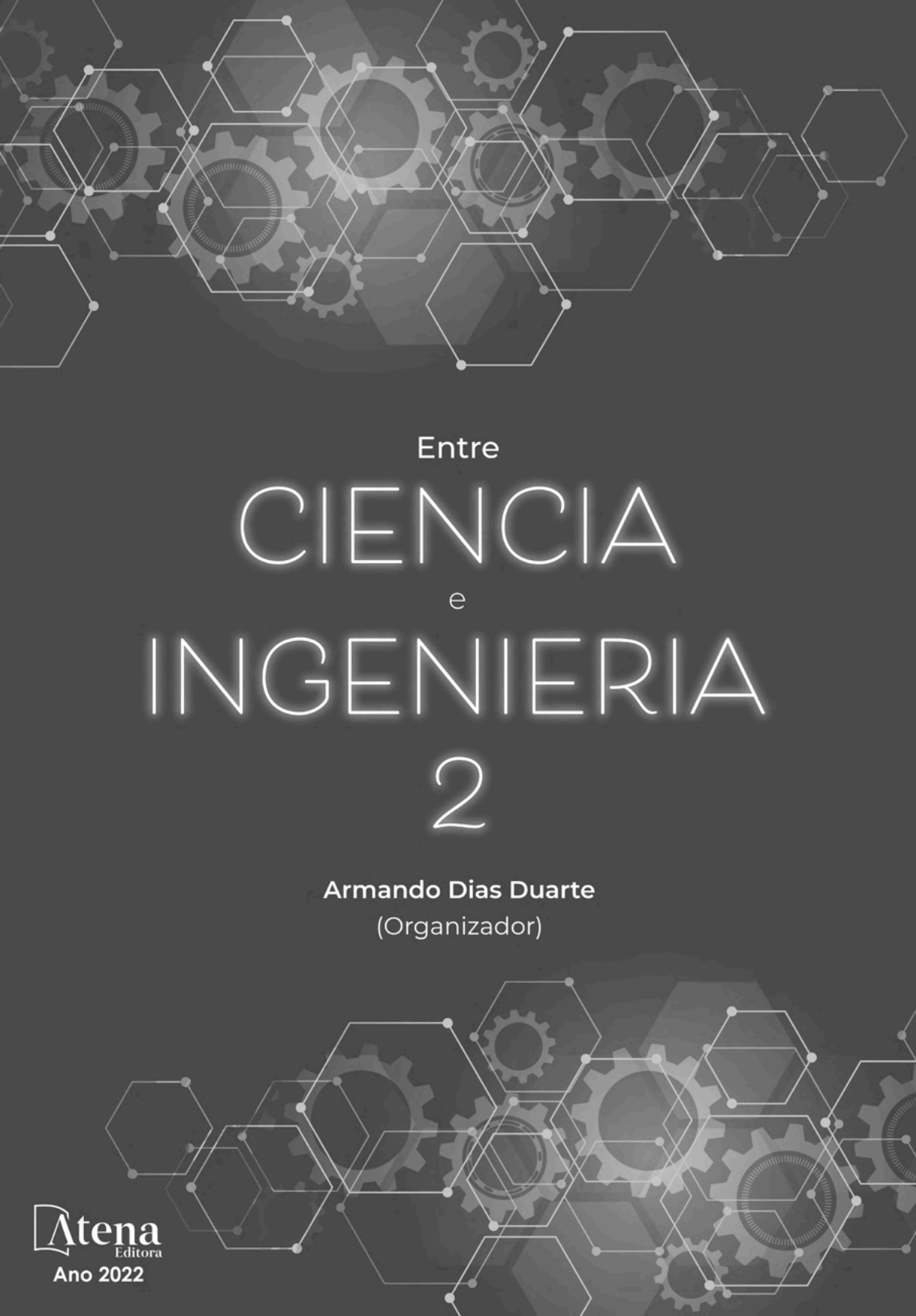
The background of the cover is a vibrant blue gradient. It is decorated with a complex pattern of glowing green and cyan lines forming hexagons and interconnected gears. The gears vary in size and are scattered across the top and bottom of the page, creating a sense of mechanical precision and technological advancement.

Entre
CIENCIA
e
INGENIERIA
2

Armando Dias Duarte
(Organizador)



Entre
CIENCIA
e
INGENIERIA
2

Armando Dias Duarte
(Organizador)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E61 Entre ciencia e ingenieria 2 / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0259-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.596222405>

1. Ciencia. 2. Ingenieria. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). II. Título.

CDD 501

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O conjunto de trabalhos intitulado “*Ciencia e Ingenieria 2*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino e pesquisa no México, e nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia com temas que relacionam os recursos hídricos, ferramentas que auxiliam nos aspectos da gestão, discussões a respeito do processo de ensino e aprendizagem, segurança e empreendedorismo.

A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulgarem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CULTURAS DEL AGUA. REFLEXIONES DESDE LA INTERCULTURALIDAD, CUENCA Y SOCIO-ECOSISTEMA

Alejandro Sainz Zamora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224051>


CAPÍTULO 2..... 13

PLANIFICACIÓN BASADA EN EL SERVICIO ECOSISTEMICO HÍDRICO ANTE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN HIDROGRÁFICA DEL ESTERO JALTEPEQUE, EL SALVADOR

Laura Benegas Negri

Marta Vilades Ribera

Ney Rios Ramirez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224052>

CAPÍTULO 3..... 24

RESPUESTA HIDRÁULICA Y MECÁNICA EN UNA TURBOMÁQUINA Y SU RELACIÓN CON FENÓMENOS SUBSINCRÓNICOS

Hernán Darío Bolaños-Arias

Francisco Javier Botero-Herrera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224053>


CAPÍTULO 4..... 37

CÓDIGOS DE ÉTICA Y CONDUCTA, HERRAMIENTAS FUNDAMENTALES PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL

Teresa Reyes Zepeda

Mónica Leticia Acosta-Miranda

Esmeralda Gutiérrez López

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224054>


CAPÍTULO 5..... 49

LAS TICS Y SU RELACIÓN CON LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Carlos Ernesto Gavilondo Rodríguez.

Angiemarie Rivera.

Exi Resto de León

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224055>


CAPÍTULO 6..... 58

DESARROLLANDO COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE: FORMACIÓN DEL PROFESOR 2.0

María Alejandra Sarmiento Bojórquez

Mayte Cadena González


Juan Fernando Casanova Rosado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224056>

CAPÍTULO 7..... 74

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ESCOLAR MODALIDAD VIRTUAL Y PRESENCIAL EN LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE FÍSICA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE


Mayté Cadena González
María Alejandra Sarmiento Bojórquez
Juan Fernando Casanova Rosado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224057>

CAPÍTULO 8..... 88

LA MODELACIÓN MATEMÁTICA COMO UN RESULTADO DE APRENDIZAJE TRANSVERSAL EN EL PROCESO FORMATIVO DEL INGENIERO


Vicente Sandoval Rojas
Emilo Cariaga López
Valeria Carrasco Zúñiga
Soledad Yáñez Arriagada
Ciro González Mallo
Héctor Iturra Chico

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224058>

CAPÍTULO 9..... 99

RESULTADOS DE APRENDIZAJE EN CURSOS DE CIENCIAS BASICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCTEMUCO CONTRIBUYENDO A LA OPTIMIZACION DEL PROCESO FORMATIVO


Carmen Soledad Yáñez
Valeria Carrasco
Vicente Sandoval
Ciro González
Héctor Turra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5962224059>

CAPÍTULO 10..... 110

EFFECTO DE LA TÉCNICA DE DESHIDRATACIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE *Tropaeolum tuberosum*


Tamara Fukalova
Villacrés Poveda Elena
Alemán Reyes Julissa
Almeida Shapán Rita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.59622240510>

CAPÍTULO 11..... 126

BIOTRATAMIENTO DE SUELO CONTAMINADO POR ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ: UN RESIDUO PELIGROSO


Blanca Celeste Saucedo Martínez
Liliana Márquez Benavides
Gustavo Santoyo
Juan Manuel Sánchez-Yáñez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.59622240511>

CAPÍTULO 12..... 135

IDENTIFICACIÓN DEL RAQUIS DE MAÍZ COMO MATERIAL ADSORBENTE DE HIDROCARBUROS


Cesar Luis Redonda Deceano
David Reyes González

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.59622240512>

CAPÍTULO 13..... 143

CARACTERIZACIÓN Y DESEMPEÑO EN RETARDANCIA A LA FLAMA DE MEZCLAS PE/EVA CON COMBINACIONES DE Mg(OH)₂, KERATINA Y AGENTE INTUMESCENTE (ADN)


Saúl Sánchez valdes
J. Alvite-Ortega
E. Ramirez-Vargas
L.F. Ramos deValle
J.G. Martínez-Colunga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.59622240513>

CAPÍTULO 14..... 159

EMPRENDIENDO

Javier Darío Canabal Guzmán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.59622240514>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 177

ÍNDICE REMISSIVO..... 178

CAPÍTULO 1

CULTURAS DEL AGUA. REFLEXIONES DESDE LA INTERCULTURALIDAD, CUENCA Y SOCIO-ECOSISTEMA

Data de aceite: 01/05/2022

Alejandro Sainz Zamora

RESUMEN: El recurso hídrico es vital para la vida de los seres vivos que habitan el planeta, en el caso de la especie humana, solamente cuenta con el 1% del total de líquido que posee la Tierra para su consumo, y de esta limitada cantidad disponible tiene que enfrentar grandes retos tecnológicos y económicos para su captación, distribución y saneamiento. Bajo este contexto, la educación hídrica y particularmente lo que se conoce como cultura del agua, enfrenta también un enorme reto, a fin de instrumentar estrategias de sensibilización, información, formación e intervención, adecuadas a las necesidades y características de sus diversos destinatarios, que propicien una gestión integrada del recurso para su uso sostenible. Al respecto, habrá que señalar que la visión predominante de cultura del agua, al menos en México, es entendida básicamente como un proceso de producción, actualización y transformación, individual y colectiva de valores, creencias, percepciones, conocimientos, tradiciones, aptitudes, actitudes y conductas relacionadas con el recurso hídrico. Desde otras miradas, esta perspectiva presenta importantes limitaciones, en cuanto busca traducirse en acciones o estrategias de intervención iguales para usuarios diversos y desiguales. Ante las implicaciones que este hecho trae consigo, el presente trabajo propone un desdoblamiento conceptual y metodológico de esa visión para

distinguir las complejas relaciones que se dan en torno al agua en territorios específicos, a partir de herramientas provenientes de los enfoques de cuenca hidrográfica, socioecosistema, interculturalidad y gestión integrada de los recursos hídricos.

ABSTRACT: The water resource is vital for the life of the living beings that inhabit the planet, in the case of the human species, it only accounts for 1% of the total liquid that the Earth has for consumption, and of this limited amount available. that face major technological and economic challenges for its capture, distribution and sanitation. In this context, water education and particularly what is known as the water culture, also faces a huge challenge, in order to implement awareness, information, training and intervention strategies, adapted to the needs and characteristics of its various recipients, which provide an integrated management of the resource for its sustainable use. However, it should be noted that the predominant view of water culture, at least in Mexico, is understood basically as a process of production, updating and transformation, individual and collective of values, beliefs, perceptions, knowledge, traditions, aptitudes, attitudes and conducts related to the water resource. From other viewpoints, this perspective has important limitations, as it seeks to translate into equal actions or intervention strategies for diverse and unequal users. In view of the implications that this hecho brings with it, the present work proposes a conceptual and methodological development of this vision to distinguish the complex relationships

that occur around water in specific territories, based on tools from the hydrographic basin, socioecosystem approaches , interculturality and integrated management of water resources.

INTRODUCCIÓN

El agua, conjuntamente con el aire, son los recursos naturales más importantes para preservar la vida de los seres vivos que habitamos el planeta (especie humana, animales y plantas) y son fundamentales para poder llevar a cabo nuestras funciones vitales. Sin estos recursos las especies se extinguirían en muy poco tiempo.

La gran paradoja en nuestro “planeta azul”, es el hecho de que si bien el 75% de su superficie está conformada por agua, del total de este recurso 97.5% es agua salada y solamente el 2.5% es agua dulce (70% en glaciares y capas polares; 30% es agua subterránea y menos del 1% en lagos, ríos y en la atmósfera). Del total de agua en el mundo, solamente alrededor del 1% es más asequible para consumo humano (CCA).

A este hecho habrá que sumar una serie de retos que se deben enfrentar para su extracción; calidad; distribución; acceso; disposición (aguas residuales); tratamiento y saneamiento, además de los altos costos económicos que implica la infraestructura necesaria para tales fines.

EL AGUA EN EL MUNDO

Cifras presentadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) dejan ver la severa crisis mundial del agua, acentuada por los efectos del cambio climático:

- 2,1 billones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura.
- 4,5 billones de personas carecen de servicios de saneamiento gestionados de forma segura.
- 340,000 niños menores de cinco años mueren cada año por enfermedades diarreicas.
- La escasez de agua afecta a cuatro de cada 10 personas.
- El 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua.
- El 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas.
- Alrededor de dos tercios de los ríos transfronterizos del mundo no tienen un marco de gestión cooperativa.
- La agricultura representa el 70% de la extracción mundial de agua.

Con objeto de unir esfuerzos para combatir la pobreza y los efectos del cambio climático en el planeta y transitar hacia un desarrollo sostenible, en septiembre de 2015, los

estados miembros de la ONU se reunieron para formular la Agenda 2030 (2015-2030) para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establecieron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas con sus respectivos indicadores mundiales, que abordan aspectos sociales, económicos y ambientales de desarrollo.

El ODS 6 se aboca expresamente al recurso hídrico y tiene como propósito: “garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Para su consecución se establecieron seis metas:

6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren la escasez de agua.

6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

6.6 De aquí a 2030, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos” (ONU-CEPAL, 2016).

Respecto a los avances en la Agenda 2030, el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019, presentado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) señala que en 2015:

Nivel Mundial

- Tres de cada diez personas (2,100 millones de personas, 29% de la población mundial) no utilizaron un servicio de agua potable gestionado de forma segura.
- En todo el mundo, sólo 2,900 millones de personas (39% de la población mundial) utilizaron servicios de saneamiento gestionados de forma segura.

América Latina y el Caribe

- Millones de personas en la región carecen aún de una fuente adecuada de agua potable, mientras que un número aún mayor sufre la carencia de instalaciones seguras y dignas para la eliminación de las heces.
- Muchas personas sin acceso a servicios se concentran en áreas periurbanas,

principalmente en los cinturones de pobreza que surgen en la periferia de muchas de las ciudades de la región. Ha resultado difícil proporcionarles servicios de calidad aceptable a estas áreas marginales.

EL AGUA EN MÉXICO

Para el caso específico de México, en el informe “Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: Informe de Actualización de 2017 y Línea de Base de los ODS” presentado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se presenta la estimación de cobertura en servicios de agua para consumo humano a nivel nacional en los ámbitos rural y urbano:

AÑO	NACIONAL				RURAL				URBANA			
	BÁSICO	LIMITADO	NO MEJORADO	AGUA DE SUPERFICIE	BÁSICO	LIMITADO	NO MEJORADO	AGUA DE SUPERFICIE	BÁSICO	LIMITADO	NO MEJORADO	AGUA DE SUPERFICIE
M É X I C O												
2000	89	0	8	3	74	1	15	9	94	0	5	0
2015	98	0	2	0	94	2	3	1	100	0	0	0
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE												
2000	90	1	6	3	71	2	16	10	97	0	3	0
2015	96	1	2	1	86	2	6	6	99	0	1	0

Cuadro 1. Estimación de servicios de agua para consumo en México y América Latina/Caribe 2000 y 2015.

Elaboración propia con datos de la OMS 2017.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, respecto al nivel de servicios de agua, en términos de país, ámbito rural y ámbito urbano, México está por encima del promedio de América Latina y el Caribe y prácticamente el servicio con que cuenta se ubica en el nivel básico con un 98%, que corresponde al servicio de agua para consumo proveniente de una fuente mejorada en la medida de que el tiempo de ida, espera y vuelta para conseguir agua no es mayor a 30 minutos. Lo anterior implica que alrededor de 2.5 millones de mexicanos aún no cuentan con servicios de agua bajo estas características.

AÑO	NACIONAL				RURAL				URBANA			
	BÁSICO	LIMITADO	NO MEJORADO	DEFECACIÓN AIRE LIBRE	BÁSICO	LIMITADO	NO MEJORADO	DEFECACIÓN AIRE LIBRE	BÁSICO	LIMITADO	NO MEJORADO	DEFECACIÓN AIRE LIBRE
M É X I C O												
2000	76	6	7	10	50	5	16	29	85	7	4	4
2015	89	7	2	2	81	8	6	5	91	7	1	1
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE												
2000	75	4	11	10	47	3	20	29	84	4	8	3
2015	86	5	6	3	68	6	15	11	90	5	4	1

Cuadro 2. Estimación de servicios de saneamiento en México, América Latina/Caribe y el Mundo 2000 y 2015.

Elaboración propia con datos de la OMS-Unicef 2017.

Respecto a la información del cuadro 2, y a diferencia de los servicios de agua, los porcentajes en los diferentes niveles de servicios de saneamiento están más distribuidos. En términos de país, ámbito rural y ámbito urbano, México muestra una diferencia porcentual

más elevada respecto al promedio de América Latina y el Caribe. A pesar de estos avances, todavía hace falta mucho por hacer, ya que el 11 % de la población mexicana (alrededor de 14 millones de personas) aún no cuenta con un nivel de servicio básico de saneamiento (uso de instalaciones mejoradas que no se comparten con otros hogares).

El gran reto que enfrenta México para alcanzar la universalidad de los servicios de agua y saneamiento en el nivel básico (óptimo) aún es muy grande, máxime que en el artículo 4º de su Constitución Política del año 2012 se establece el derecho humano al agua y el saneamiento (DHAS): “toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación del Gobierno Federal, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines” (DOF, 2012).

Frente a los fuertes desafíos que implica lograr lo anterior: la universalidad de los servicios de agua y saneamiento y por tanto el cumplimiento al mandato constitucional del DHAS, los esfuerzos para lograrlo no se pueden limitar a la intervención de las instituciones gubernamentales. Es necesaria la participación de la iniciativa privada y de todos los usuarios del agua.

CULTURA DEL AGUA EN MÉXICO

En México, las primeras acciones relacionadas expresamente con cultura del agua, surgen en 1986 por iniciativa de algunos Organismos Operadores de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOAPAS), como es el caso del organismo denominado Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) que en ese año creó el Programa de Uso Eficiente del Agua, con acciones enfocadas a la sensibilización de la población a través de folletos, carteles y pintas en bardas públicas, con mensajes dirigidos al cuidado del agua.

Posteriormente, en 2008 la Comisión Nacional del Agua (Conagua) crea el Programa de Cultura del Agua (PCA) como un instrumento federalizado de carácter nacional, que tiene como objetivo “contribuir a consolidar la participación de los usuarios, la sociedad organizada y los ciudadanos en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso, a través de la concertación y promoción de acciones educativas y culturales en coordinación con las entidades federativas, para difundir la importancia del recurso hídrico en el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación de la riqueza ecológica, para lograr el desarrollo humano sustentable de la nación (Conagua, 2008).

En 2016 el PCA se adiciona al Programa de Capacitación Ambiental y Desarrollo Sustentable, coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

(Semarnat) y ese mismo año el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) presenta el informe más reciente de seguimiento a aspectos susceptibles de mejora del PCA, correspondiente al periodo 2014-2015, en el que incluyen una serie de recomendaciones, entre las que sobresalen:

- Ampliar y focalizar las acciones del programa a la población infantil.
- Propiciar un ambiente cultural para la aceptación del programa.
- Mejorar la focalización y el diseño del programa (lineamientos).
- Lograr un programa más transversal con diferentes instituciones públicas y privadas.
- Mantener el programa de Cultura del Agua como componente.
- Dar seguimiento a los beneficiarios.
- Identificar un mecanismo que permita evaluar si las estrategias usadas para brindar mayor información.
- Revisar las metas planeadas.
- Cuantificar la población atendida (CONEVAL, 2016).

Cabe resaltar que el informe no incluye ninguna recomendación sobre la perspectiva conceptual o metodológica en lo que se concibe como cultura del agua, aspecto a nuestro juicio fundamental, ya que sobre esta base se desprenden los objetivos, metas, estrategias, acciones y recursos del programa.

PROPUESTA INTEGRADA DE CULTURAS DEL AGUA

Bajo el complejo problema que implica abordar el tema del agua, la educación hídrica en sus diferentes modalidades y particularmente la cultura del agua, juegan un papel fundamental en la concientización, información y formación de estudiantes, maestros, padres de familia y sociedad en general.

En los diferentes niveles de la educación formal (preescolar a posgrado) se pueden complementar los contenidos curriculares y las actividades didácticas incluidos en los programas de estudio. Así por ejemplo, si en el aula se aborda el tema del ciclo hidrológico, cultura del agua puede reforzar ese conocimiento, contextualizarlo en la cuenca, subcuenca o microcuenca en donde se ubican las localidades donde viven los estudiantes, señalando específicamente los cuerpos de agua que existen en ese territorio, los problemas que enfrenta el recurso (p. ej. contaminación, suministro, tratamiento) y las acciones que la comunidad escolar (directivos, maestros, estudiantes y padres de familia) pueden llevar a cabo para su mejor cuidado y aprovechamiento.

En la educación no formal (p. ej. capacitación en el trabajo y educación de adultos), de los temas que se aborden en cursos y talleres, cultura del agua también puede

complementarlos, haciendo hincapié en las acciones que como trabajadores y ciudadanos podemos emprender en torno al cuidado del agua.

En la educación no formal, se pueden abordar, tanto los medios impresos (p.ej. carteles, folletos, trípticos) como los digitales y las redes sociales (p.ej. infografías, banners, flyers, eBooks) para informar y concientizar a la ciudadanía sobre situaciones específicas del recurso hídrico.

Para realizar lo anterior, a continuación, se presenta una propuesta integral para el estudio e intervención en materia de agua a partir de cuatro enfoques:

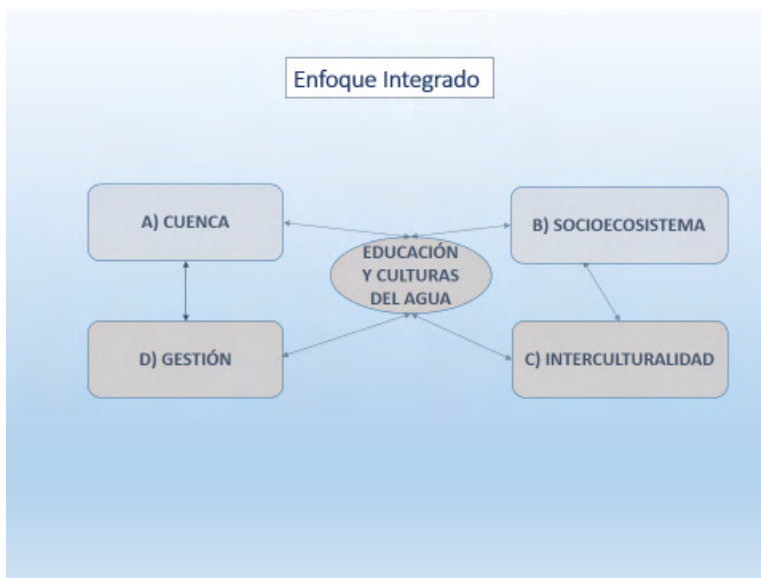


Figura 1. Esquema de Enfoque Integral Culturas del Agua.

ENFOQUE DE CUENCA (TERRITORIO GEOGRÁFICO)

Esta perspectiva brinda la posibilidad de delimitar territorialmente las acciones de gestión que se pretenden emprender y generar las acciones que focalicen territorio, usuarios, acciones y su alcance.

La cuenca constituye la principal unidad territorial de captación y almacenamiento de agua y se puede definir como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena, a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por ésta hacia un punto común de salida, que puede ser un lago, una presa o el mar.

La cuenca se puede dividir en subcuenca: área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca y microcuenca: área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una subcuenca. Varias microcuencas pueden conformar una

subcuenca.

Asimismo, existen dos tipos de cuenca: la hidrográfica que abarca las aguas superficiales y sobre las que se centra la intervención de los actores sociales, sin olvidar por supuesto, que toda acción con una orientación de sustentabilidad repercutirá de manera directa también en la cuenca hidrológica, es decir también las aguas subterráneas. Hemos tomado el concepto de cuenca para referirnos tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas.

Las acciones que se emprendan en las cuencas son muy importantes ya que son áreas naturales que recolectan y almacenan el agua que utilizamos para el consumo humano y animal, para los sistemas de riego agrícola, para dotar de agua a las ciudades y hasta para producir la energía eléctrica necesaria para los hogares. La preservación de las cuencas es un factor importantísimo para el desarrollo integral de la vida.

Actualmente tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo se están implantando mecanismos de gestión integrada de cuenca, cuyo objetivo es llegar a un nivel de focalización permitido por la delimitación del territorio, de tal suerte que puedan resolverse los problemas más particulares de los usuarios del agua involucrados en el proceso, pero además que la problemática no se resuelva de manera unilateral, es decir, considera que las soluciones deberán ser producto de los consensos obtenidos a través de la participación de los actores involucrados en la toma de decisiones (Sainz, 2018).

ENFOQUE DE SOCIO-ECOSISTEMA (COMUNIDAD DE SERES VIVOS)

En términos generales un socio-ecosistema es un sistema complejo y adaptativo que hace referencia a los procesos de acoplamiento e interacción entre los sistemas sociales (cultura, economía, organización social y política) y los sistemas ecológicos (naturaleza) en un espacio-tiempo determinado (Salas *et al*, 2012).

Por ecosistema se entiende a la comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales están relacionados entre sí. El desarrollo de estos organismos se produce en función de los factores físicos del ambiente que comparten. La noción surgió en la década de 1930 para explicar la compleja interacción entre los seres vivos, las corrientes de energía, los recursos naturales y la comunidad en la que se desarrollan.

Los ecosistemas aglutinan a todos los factores bióticos (es decir plantas, animales y microorganismos vivos) de un área determinada con los factores abióticos (no vivos) del medio ambiente. Se trata, por lo tanto, de una unidad compuesta por organismos interdependientes que forman cadenas tróficas o alimenticias (la corriente de energía y nutrientes establecida entre las especies de un ecosistema con relación a su nutrición). Los ecosistemas promueven el bienestar humano a través de los diferentes servicios que prestan, como los servicios de provisión (como los alimentos, el agua, etc.), los de regulación (como el clima, la calidad del agua, el control de la erosión), de apoyo (los suelos

y su producción primaria) y hasta los culturales (el turismo y la recreación).

La Oficina Regional para el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente para América Latina y el Caribe (PNUMA) enfatiza que América Latina y el Caribe es la región con la mayor diversidad biológica en el planeta e integra a varios de los países considerados megadiversos en el mundo. Su economía depende en gran medida de esta rica diversidad biológica que, sin embargo, está cada vez más amenazada por la actividad humana y por una serie de factores que se relacionan entre sí, como la transformación y la alteración del hábitat, la sobreexplotación o el uso insostenible de los recursos terrestres e hídricos, las prácticas insostenibles de gestión del suelo, la presión demográfica y la globalización. Nuestro país, como parte de esta región, cuenta con una gran diversidad de ecosistemas de tipo terrestre: selvas, bosques, praderas y matorrales; acuático: mares, ríos, lagunas y lagos; y mixtos: costas y humedales (Sainz, *op cit*).

ENFOQUE DE INTERCULTURALIDAD (COMUNIDADES SOCIALES)

Multiculturalidad es un término descriptivo, se refiere a la multiplicidad de culturas que existen dentro de un determinado espacio, sea local, regional, nacional o internacional, sin que necesariamente tengan una relación entre ellas, se parte de una separación o segregación entre culturas sin aspecto relacional. A este fenómeno y bajo el influjo de la globalización, Bertely lo denomina multiculturalismo neoliberal y comunitarista. Pluriculturalidad –a diferencia de la primera- sugiere una pluralidad histórica y actual, en la cual varias culturas conviven en un mismo espacio territorial sin una profunda interrelación equitativa y hacen una totalidad nacional.

Interculturalidad como concepto y práctica, significa «entre culturas», no simplemente como un contacto sino como intercambio que se establece en términos equitativos, en condiciones de igualdad. Además de ser una meta por alcanzar, la interculturalidad debería ser entendida como un proceso permanente de relación, comunicación y aprendizaje entre personas, grupos, conocimientos, valores y tradiciones distintas, orientada a generar, construir y propiciar un respeto mutuo, y a un desarrollo pleno de las capacidades de los individuos, por encima de sus diferencias culturales y sociales. La interculturalidad tiene el rol crítico, central y prospectivo de reconstruir, paso a paso, sociedades, sistemas y procesos educativos, sociales, políticos y jurídicos; y de accionar entre todos, relaciones, actitudes, valores, prácticas, saberes y conocimientos fundamentados en el respeto e igualdad, el reconocimiento de las diferencias y la convivencia democrática (Sainz, 2017).

La interculturalidad, argumenta Walsh (2005) es distinta, en cuanto se refiere a complejas relaciones, negociaciones e intercambios culturales, y busca desarrollar una interacción entre personas, conocimientos y prácticas culturalmente diferentes; una interacción que reconoce y que parte de las asimetrías sociales, económicas, políticas y de poder y de las condiciones institucionales que limitan la posibilidad que el «otro»

pueda ser considerado como sujeto con identidad, diferencia y agencia la capacidad de actuar. No se trata simplemente de reconocer, descubrir o tolerar al otro, o la diferencia en sí, tal como algunas perspectivas basadas en el marco de liberalismo democrático y multicultural lo sugieren. Tampoco se trata de esencializar identidades o entenderlas como adscripciones étnicas inamovibles. Más bien, se trata de impulsar activamente procesos de intercambio que, por medio de mediaciones sociales, políticas y comunicativas, permitan construir espacios de encuentro, diálogo y asociación entre seres y saberes, sentidos y prácticas distintas. A diferencia de la pluriculturalidad, que es un hecho constatable, la interculturalidad aún no existe, se trata de un proceso por alcanzar por medio de prácticas y acciones sociales concretas y conscientes (Walsh, 2015).

Gasché (2008) subraya que no podemos pensar la interculturalidad sin la dominación/sumisión. Hablar de la interculturalidad como de una relación horizontal, no es más que un eufemismo para disfrazar relaciones verticales. La interculturalidad no es algo que hay que crear en el futuro, como algunos teóricos lo asumen, la interculturalidad existe ahora y ha existido en América desde la conquista. Pero la dominación/sumisión imprime a la relación intercultural, por un lado, condiciones económicas, sociales, políticas y legales, y por el otro, disposiciones, actitudes y valores asimétricos, desiguales pero complementarios y que en su complementariedad se reiteran y refuerzan diariamente a través de las conductas rutinarias, esquemáticas entre sujetos dominados y sujetos sumisos.

ENFOQUE DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (INTERVENCIÓN SOCIAL)

El enfoque de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es un proceso sistemático para el desarrollo sustentable, la asignación y el control del uso de los recursos hídricos en el contexto de objetivos sociales, económicos y medioambientales y se fundamenta en cuatro principios:

1. El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
2. El desarrollo y la gestión de los recursos hídricos deberían basarse en un enfoque participativo, que involucre a los usuarios, a los moderadores y a los políticos en todos los niveles.
3. Las mujeres tienen un papel central en la provisión, la gestión y el cuidado de los recursos hídricos.
4. El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debería ser reconocida como un bien económico y como un bien social.

GIRH significa también que los diferentes usos de los recursos hídricos se consideran en forma conjunta. Las decisiones acerca de la asignación y la gestión del agua toman en cuenta el impacto de cada uso sobre los demás. Pueden considerar las metas sociales y

económicas generales, incluyendo el logro del desarrollo sostenible. Esto también significa asegurar la creación de políticas coherentes en relación con todos los sectores.

Aunado a lo anterior, la Asociación Mundial para el Agua (GWP por sus siglas en inglés), señala que el enfoque de GIRH ayuda a administrar y desarrollar los recursos hídricos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales. Reconoce los diferentes grupos de interés que compiten entre sí, los sectores que usan y abusan del agua, y las necesidades del medio ambiente. El enfoque integrado coordina la gestión de recursos hídricos en todos los sectores y grupos de interés, y a diferentes escalas, desde la local a la internacional. Pone énfasis en la participación en los procesos nacionales de formulación de leyes y políticas, estableciendo una buena gobernabilidad y creando acuerdos normativos e institucionales efectivos que permitan tomar decisiones más equitativas y sostenibles. Toda una gama de herramientas, tales como evaluaciones sociales y ambientales, instrumentos económicos, y sistemas de información y monitoreo, respaldan este proceso (GWP, 2009).

Cabe resaltar que el concepto original de GIRH fue ampliado para incorporar la toma de decisiones participativa, en la que los diferentes grupos de usuarios (agricultores, comunidades, ambientalistas) a partir de sus diferentes culturas respecto al agua, pueden influir en las estrategias para el desarrollo y prácticas de gestión del agua. Esto ayuda a lograr una autorregulación local entre autoridades y grupos sociales en cuestiones tales como la conservación del agua y la protección de la captación de una forma mucho más equilibrada y efectiva (Sainz, 2018).

REFLEXIONES FINALES

La propuesta aquí presentada, se pone a consideración del lector con el objetivo de contribuir al debate sobre la noción y abordaje más integral de la (s) cultura (s) del agua y en esa medida coadyuvar a una mejor gestión del vital líquido.

REFERENCIAS

Comisión Nacional del Agua (Conagua) Manual de Operación para el Programa de Cultura del Agua, México, 2008.

Consejo Consultivo del Agua (CCA) http://www.aguas.org.mx/sitio/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=1515&Itemid=111.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) Seguimiento a Aspectos Susceptibles de Mejora Clasificados Como Institucionales, Derivados de Informes y Evaluaciones Externas. México 2016.

Diario Oficial de la Federación (DOF). Párrafo Adicionado al Artículo 4º Constitucional. México. Primera sección, 2012.

Gasché J. (2008) La Motivación Política de la Educación Intercultural Indígena y sus Exigencias Pedagógicas. ¿Hasta Dónde Abarca la Interculturalidad?, en: Educando en la Diversidad. Quito: Abya Yala.

Global Water Partnership (GWP) Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas. UK, 2009.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>.

Organización de las Naciones Unidas (ONU)-Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una Oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago. 2016.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019, Paris, 2019.

Organización Mundial de la Salud (OMS) Progresos en Materia de Agua Potable, Saneamiento e Higiene: Informe de Actualización de 2017 y Línea de Bases de los ODS. Suiza, 2018.

Sainz A. y Sevilla S. (2017) Culturas del Agua: Aproximaciones Conceptuales, Revista H2O Gestión del Agua 15.

Sainz A. y Sevilla S. (2018) Culturas del Agua: Aproximaciones Metodológicas, Revista H2O Gestión del Agua 17.

Salas *et al* (2012) Bases Conceptuales Para una Clasificación de los Sistemas Socioecológicos de la Investigación en Sostenibilidad. Revista Lasallista de Investigación, 8(2).

Walsh K. (2005) La Interculturalidad en la Educación. Lima, Ministerio de Educación

CAPÍTULO 2

PLANIFICACIÓN BASADA EN EL SERVICIO ECOSISTEMICO HÍDRICO ANTE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN HIDROGRÁFICA DEL ESTERO JALTEPEQUE, EL SALVADOR

Data de aceite: 01/05/2022

Laura Benegas Negri

Centro Agronómico Tropical de Investigación y
Enseñanza
CATIE

Marta Vilades Ribera

CTM Centre Tecnològic
CTM

Ney Rios Ramirez

Centro Agronómico Tropical de Investigación y
Enseñanza
CATIE

RESUMEN: Ante la problemática asociada a la gestión de la región hidrográfica del Estero Jaltepeque, cuenca baja del río Lempa, El Salvador, se analizó la vulnerabilidad de la población responsable del manejo de este cuerpo de agua, a partir de un análisis básico de clima actual y su proyección futura (escenarios de cambio climático), junto con el análisis de percepción social del nivel de vulnerabilidad, asociado a la resiliencia existente en la cuenca El Espino, parte integral de dicha región hidrográfica. Con base en la problemática que describe su vulnerabilidad, se aplicó la herramienta RIOS (*Resource Investment Optimization System*) que permitió extrapolar el análisis de la cuenca el Espino a la región hidrográfica del Estero Jaltepeque y específicamente, realizar una optimización hidrológica y económica, combinando un modelo hidrológico con base en la RUSLE (*Revised Universal Soil Loss*

Equation) y un modelo económico de costeo espacializado de buenas prácticas para priorizar áreas de intervención para el manejo de cuencas, enfatizando en prácticas de adaptación y de sinergias entre adaptación y mitigación al cambio climático (SAM). El objetivo de este estudio fue dar respuesta a la vulnerabilidad al cambio climático inicialmente evaluado con un enfoque de servicios ecosistémicos y de manejo de cuencas para generar y/o mantener los siguientes tres servicios ecosistémicos hídricos: 1) control de la erosión para la calidad del agua potable; 2) mitigación de inundaciones y 3) mejoramiento de la recarga de acuíferos. Partiendo de un presupuesto hipotético de inversión en la cuenca, 1099 ha de las áreas por convertir mediante buenas prácticas corresponden al uso de semillas mejoradas (36%), seguidas de plantación en contorno (14%), y conservación de suelos y aguas (10%). Se obtuvo una distribución de las “nuevas” coberturas de tierra en las que se podrían implementar buenas prácticas en función de los tres servicios ecosistémicos priorizados. El café fue el uso de la tierra que ganó la mayoría de áreas nuevas, seguido por la agricultura tropical mixta. Esta transición positiva refleja que, en las partes altas de la cuenca, este manejo permitirá generar los servicios ecosistémicos priorizados, e impactar lo menos posible (sedimentos y erosión) en las partes bajas de la cuenca, sin afectar el ecosistema de manglar, el cual es clave para los medios de vida de la región hidrográfica del Estero Jaltepeque.

PALABRAS CLAVE: Bienestar humano, soluciones basadas en la naturaleza, planificación de cuencas, zonificación territorial.

1 | INTRODUCCIÓN

Más del 45% de la población mundial habita en zonas costeras debido a los beneficios que generan las actividades económicas de estas zonas (pesca, turismo, etc.), y el 75% de megaciudades (ciudades con poblaciones superiores a 10 millones de habitantes) están ubicadas en zonas marino-costeras (Bollmann et ál., 2010).

Los arrecifes de coral, los sistemas costeros y los humedales costeros del mundo tienen un valor de USD 575.677 /ha/año (De Groot et ál. 2012). Las zonas costeras y sus beneficios ecosistémicos y económicos son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. De acuerdo con el IPCC (2014), las proyecciones climáticas indican aumentos en la temperatura en toda América Latina para 2100 (nivel de confianza medio). En una serie de escenarios de emisiones medias y altas (RCP 4,5 y 8,5), el calentamiento varía de +1,6°C a +4°C en América Central, y de +1,7°C a +6,7°C en América del Sur (nivel de confianza medio). El cambio climático global es responsable por el aumento del nivel del mar, incrementando la frecuencia de las inundaciones costeras.

La regulación del ciclo hidrológico se ve afectada por el cambio de uso del suelo y es exacerbada por los efectos de la variabilidad y cambio climático. Toda intervención humana que pueda perturbar los sistemas hídricos afectará a las aguas debajo y en la salida de las cuencas, llegando incluso a afectar las zonas costeras. Es lo que se conoce como efecto acumulativo (MacDonald, 2000).

El manejo de cuencas pretende incidir en el flujo del agua para garantizar un abastecimiento continuo y de buena calidad. Las acciones que se implementen buscan propiciar cambios positivos y medibles que mejoren la calidad de vida de las poblaciones; no obstante, es difícil determinar las tendencias de cambio.

En la región hidrográfica del Estero Jaltepeque, la problemática puede resumirse en: 1) el deterioro de la calidad del agua en los principales ríos y sus cuerpos lagunares, dado por actividades productivas realizadas cuenca arriba (café, pastoreo, agricultura mixta), las cuales contribuyen con la erosión y arrastran contaminantes en las aguas cuenca abajo; y b) la sobreexplotación de recursos pesqueros amenaza los medios de vida relacionados con la acuicultura (esta actividad representa 85,3 ha). Actualmente se requiere buscar más tierras o insumos en detrimento de la actividad pesquera, incluyendo la agricultura de granos básicos (15 435 ha); la caña de azúcar (14 650 ha); la ganadería (44 832 cabezas de ganado bovino o 4% del total nacional); frutos (4129 ha o 15% del total nacional); con coco y marañón en la zona costera; mango y plátano en la zona media; cítricos y café (3562 ha) en la zona alta.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la cuenca Baja del río Lempa, específicamente en la región hidrográfica Estero de Jaltepeque, en El Salvador. La zona que se ubica en los departamentos

de La Paz y Usulután, integrados por los territorios Estero de Jaltepeque (sitio RAMSAR) y Bahía de Jiquilisco (sitio RAMSAR y Reserva de la Biosfera). Ambos territorios cuentan con ecosistema de manglar, separados por el cauce principal de la cuenca del río Lempa, las áreas naturales protegidas cercanas a los manglares (El Astillero, Escuintla, Nancuchiname, Normandía, Chaguantique, El Tercio y Tehuacán), y las cuencas El Guayabo y El Espino, como zonas de influencia directa hacia los ecosistemas de manglar. El área de estudio es de 962,16 km² con un rango altitudinal de 0 a 2170 msnm, una elevación media de 163 msnm y cerca del 74% del área con pendientes de entre 0 a 5%.

Se realizó un análisis del clima actual, así como la proyección a partir del downscaling basado en datos satelitales trabajados por la NASA (NEX-GDDP-NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections) para el escenario 4.5 y 8.5 a un nivel de 25 km². Hay un incremento de las temperaturas a partir del 2050, pero el patrón térmico anual no cambia significativamente, indicando que las estaciones no variarán de forma apreciable. No hay una modificación de los patrones de lluvia entre todos los años, por lo que la lluvia acumulada anual no variará significativamente, pero sí aparecen episodios de lluvias torrenciales puntualmente. Para el análisis de percepción social se realizaron 258 encuestas para contabilizar, de forma cuantitativa, la adaptación, sensibilidad y exposición de la población que se ubica en la cuenca El Espino. Se trabajó con respuestas binarias, sí y no, que se han traducido a 1 y 0. De cada una de las preguntas se han sumado los síes y los noes, obteniendo un número entre el 0 y el 258, de la cual se ha obtenido posteriormente la puntuación. Según la información que se pretende obtener, cada una de las preguntas se ha clasificado en la temática de exposición, sensibilidad y adaptación. En el caso de la adaptación, si la respuesta es afirmativa, el valor máximo de 1 representa una capacidad muy elevada de enfrentarse a los problemas y una resiliencia muy elevada. Por otro lado, la sensibilidad y la exposición se miden de forma contraria, la puntuación de 1 como máximo significa una exposición muy relevante frente a cada una de las problemáticas y la sensibilidad a nivel de 1 indica que la población tendrá una afectación elevada en la temática especificada. Una vez cuantificadas todas las preguntas referentes a una misma problemática, la vulnerabilidad se ha medido con los tres factores anteriores calculándolo con la siguiente fórmula:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Exposición} + \text{Sensibilidad} - \text{Adaptación}$$

Así, la vulnerabilidad es el resultado de la percepción de la población en relación los tres aspectos anteriores.

La lógica que sigue el modelo RIOS se presenta en la figura 1.

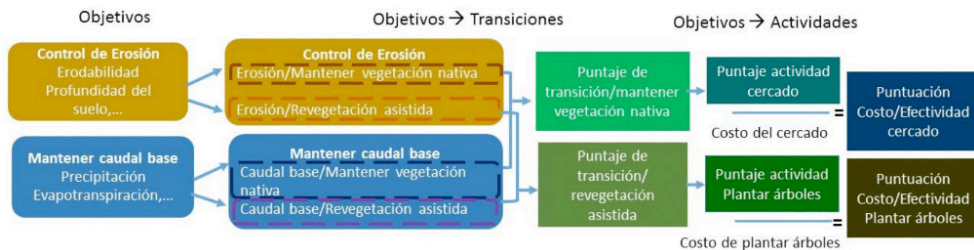


Figura 1. Lógica del modelo RIOS para el proceso optimización. Fuente: Vogl, 2016.

Con base en este análisis, se realizó la modelación con RIOS. Con esta herramienta se calcula el puntaje por objetivos, transiciones y actividades. En este caso se persiguieron tres objetivos (control de la erosión para la calidad del agua potable; mitigación de inundaciones; y mejoramiento de la recarga de acuíferos), y se proponen las diferentes buenas prácticas de manejo de cuencas que apuntan a la adaptación y a la SAM.

3 I RESULTADOS

Se encontró que la vulnerabilidad obedece por un lado al aumento de precipitaciones e inundaciones (exposición), a la modificación de los usos del agua y medios de vida resilientes (estos últimos relacionados con la capacidad de adaptación).

Una vulnerabilidad baja hay que entenderla como que la población es consciente de la problemática, que la exposición es baja y/o están adaptados para hacer frente a dicha problemática. Por el contrario, una vulnerabilidad alta implicaría que la población no puede hacer frente por si sola y sería necesario la priorización de acciones encaminadas a minimizar el riesgo al cambio climático asociado a cada problemática.

Los factores con mayor vulnerabilidad son los usos del agua y los medios de vida resilientes. Por el contrario, el aumento de las precipitaciones es uno de los aspectos que tiene una menor vulnerabilidad en el territorio de la cuenca El Espino, debido a que hay una gran concienciación y se dispone de medidas de adaptación frente a esta problemática (Cuadro 1).

	Aumento precipitaciones e inundaciones	Manejo de los embalses	Aumento nivel del mar	Conservación de los Manglares	Contaminación del agua subterránea	Modificación de los usos del agua	Medios de vida resilientes	Reducción de Riesgos de Desastres	Abordar las causas de la Vulnerabilidad
Adaptación	0,5	0,2	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6	0,5	0,9
Sensibilidad	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	1	1	0,7	0,5
Exposición	0,4	0,2	0,5	0,4	0,5	1	1	0,8	1
Vulnerabilidad	0,1	0,3	0,3	0,5	0,4	1,7	1,4	1	0,6

Cuadro 1. Índices de vulnerabilidad según percepción de impactos del cambio climático en la región del Estero Jaltepeque, El Salvador.

La inversión en zonas clave de las cuencas hidrográficas puede contribuir con la construcción de resiliencia, por ejemplo, al prevenir la excesiva erosión del suelo, mejorar la calidad del agua corriente abajo, captar agua y conducirla hacia los acuíferos, reducir los costos de tratamiento de agua potable y disminuir los impactos negativos en la salud. El capital natural aporta en la retención de agua en el paisaje y la reducción de los picos en caso de inundaciones; sin embargo, el impacto de las actividades disminuirá a medida que aumente el tamaño de la tormenta.

Al mismo tiempo que se implementan las buenas prácticas, se contribuye a la adaptación ante el cambio climático, reducción de vulnerabilidad y construcción de resiliencia ordenada y facilitada con un enfoque de cuencas hidrográficas. El éxito de adopción radica en el beneficio económico y diversificación de los medios de vida de las poblaciones que proporcionan las buenas prácticas.

Para poder orientar la diversificación en los medios de vida y la construcción de resiliencia con la implementación de buenas prácticas para la adaptación al cambio climático fue necesario el determinar el costo de las mismas. En el cuadro 2 se observa que la práctica más costosa es la de sistemas agroforestales para la restauración, mientras que la siembra en contorno es la más económica.

Buenas prácticas para la adaptación al cambio climático	Costo (US\$/ha)	Buenas practicas - RIOS Portfolio Adviser
P1. Labranza de conservación con cobertura del suelo y cultivos de cobertura	162.80	Conservación de suelos
P2. Terrazas de Formación Lenta	220.20	Terrazas
P3. Siembra de cultivos con curvas a nivel (siembra en contorno)	113.80	Siembra en contorno
P4. Siembra de materiales mejorados y adaptados a condiciones climáticas	200.00	Siembra de especies adaptadas
P5. Manejo Integral de Nutrientes del Suelo (MIN)	452.60	Manejo integrado del suelo
P6 Sistemas agroforestales para la restauración	1257.05	Agroforestería
P7. Sistemas silvopastoriles para la restauración	466.80	Sistemas silvopastoriles
P8. Técnicas para el uso eficiente del agua (reservorios de agua/estanques y sistemas de riego por goteo)	1021.43	Uso eficiente del agua
P9 Restauración de bosques en áreas críticas de protección hídrica	687.00	Restauración hidrológico-forestal
P10 Restauración Ecológica de Manglares (REM)	3443.75	Restauración ecológica de manglares

Cuadro 2. Costo de las buenas prácticas para la adaptación al cambio climático en el Estero Jaltepeque, El Salvador.

Por otro lado, es fundamental conocer la distribución de áreas por usos del suelo en la cuenca, ya que esto determinará la disponibilidad de áreas para la transición y conversión. Las áreas con mayor extensión corresponden a la agricultura tropical mixta, seguida de la caña de azúcar, mientras que existe muy poco suelo descubierto y cultivos permanentes (Cuadro 3).

Actividad	Area (ha)	% del Total
Agricultura tropical mixta	28,511.96	29.63
Caña de azúcar	14,688.04	15.27
Pastura tropical	10,315.43	10.72
Bosque mixto, agricultura, pasture	9,736.43	10.12
Café	7,361.80	7.65
Esteros/humedales	6,391.04	6.64
Arbustos/tacotales	5,522.94	5.74
Bosque mixto tropical/subtropical	2,770.86	2.88
Urbano	2,584.31	2.69
Bosque tropical siempre verde	2,308.71	2.40
Vegetación riparia arbórea	1,360.46	1.41
Bosque mixto, agricultura	1,204.69	1.25
Bosque deciduo tropical	1,122.63	1.17
Esteros/pasto	1,001.86	1.04
Cultivo permanente	880.33	0.92
Cuerpo de agua	375.53	0.39
Suelo desnudo	39.43	0.04
Humedal	34.46	0.04
	96,210.92	100.00

Cuadro 3. Áreas de las actividades del mapa base LULC (Land Use Land Change) en el Estero Jaltepeque, El Salvador.

Para completar el proceso de priorización se propuso un presupuesto hipotético de 200.000 USD, el cual permitió distribuir las buenas prácticas en los usos de suelo respectivos para lograr una conversión de 3083 has en la región hidrográfica del Estero Jaltepeque, lo que corresponde al 3% del área total de la misma (Cuadro 4).

Tipo de actividad (raster id)	Gasto actual	Presupuesto total	Area Convertida (Ha)
Presupuesto flotante	n/a	200001	n/a
Agroforestería (0)	109966.734	99999	87.48
Siembra en contorno (1)	50329.188	50001	442.26
Restauración ecológica de manglares(2)	136682.4375	150000	39.69
Uso eficiente del agua (3)	205184.8584	150000	200.88
Restauración hidrológico-forestal (4)	198659.79	200001	289.17
Manejo integrado de suelos (5)	98983.62	99999	218.7
Siembra de especies adaptadas (6)	219834	69999	1099.17
Sistemas silvopastoriles (7)	80158.896	80001	171.72
Conservación de suelos (8)	49977.972	50001	306.99
Terrazas (9)	50119.722	50001	227.61
Total	1199897.218	1200003	3083.67

En la figura 2 se puede observar la distribución espacial de los usos del suelo en función de la transición positiva y la ausencia de transición resultante en un escenario de territorio desprotegido. En la figura 3 se observa la porción más impactada de la región hidrográfica, donde se concentrarían las máximas transiciones, las cuales se presentan en las cabeceras de los municipios ubicados en esta región, y, corresponden a las pendientes mayores, donde se concentran las buenas prácticas relacionadas con la agricultura y la restauración.

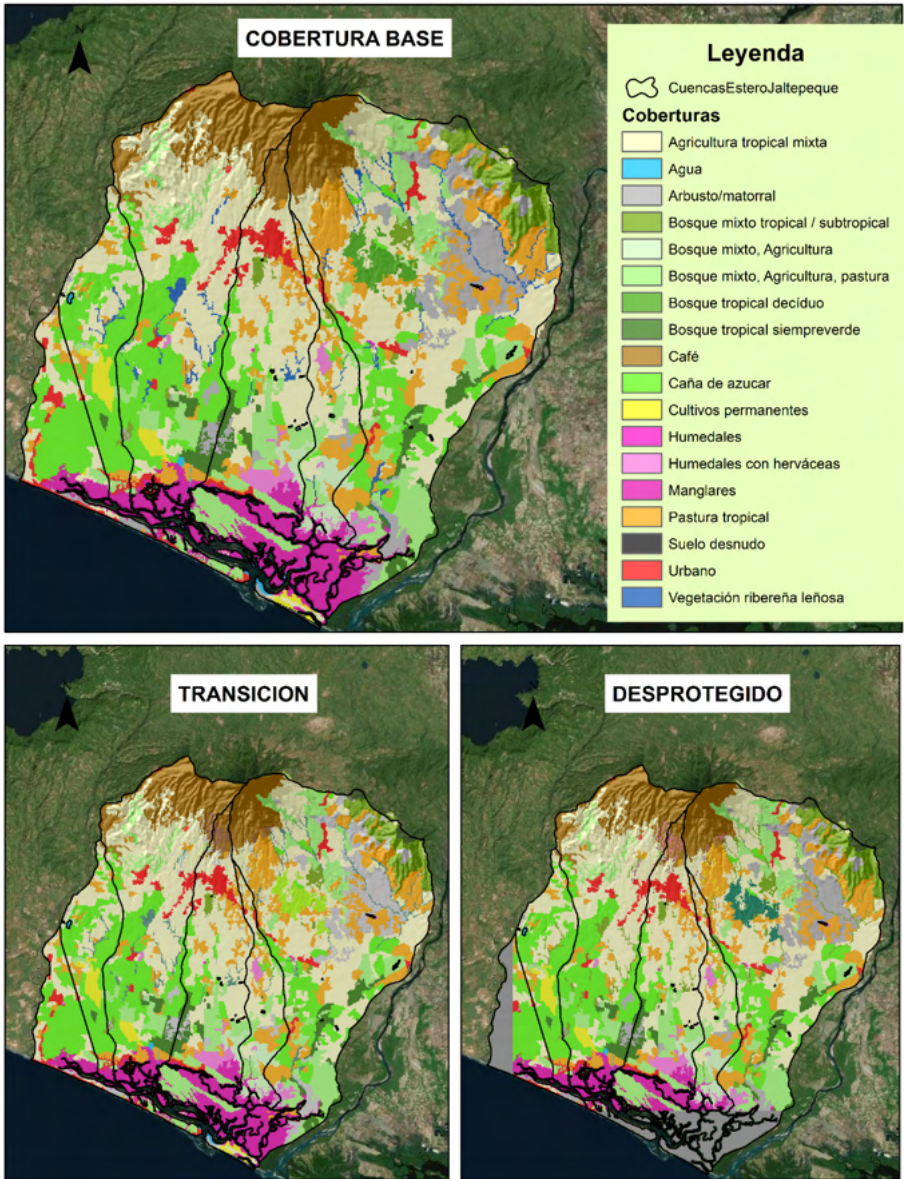


Figura 2. Transiciones con y sin implementación de buenas prácticas de manejo de cuencas para la adaptación al cambio climático en la región del Estero Jaltepeque, El Salvador.

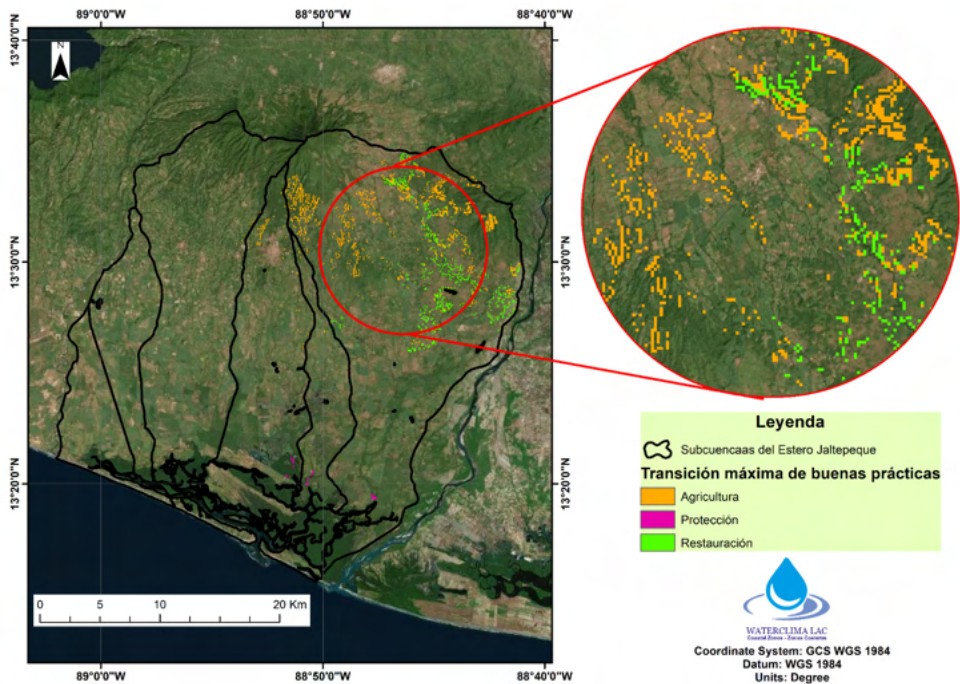


Figura 3. Localización de las zonas de mayor prioridad para la implementación de buenas prácticas de manejo de cuencas para la adaptación al cambio climático en la región del Estero Jaltepeque, El Salvador.

4 | DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La concentración de sitios para implementar las buenas prácticas de manejo de cuencas se da en las cabeceras municipales de Tecoluca y Zacatecoluca, ubicadas en las partes altas de la región hidrográfica del Estero Jaltepeque. Por tanto, es importante ensayar escenarios nuevos con cambios en la asignación presupuestaria, ya que, las buenas practicas a las que se asignó mayor presupuesto fueron las de restauración, al considerarse las más costosas de implementar. De manera similar, Guerrero et al (2019) asignaron más presupuesto a la reforestación y buenas prácticas pecuarias y agrícolas por ser las actividades que consideraron como las más onerosas y porque presentan menos área a intervenir e impactar. La línea protección de bosque fue la que más área impactó (36,8 %, seguido por las de regeneración natural y educación ambiental con áreas a impactar de 30,1% y 16% respectivamente de las 6262 ha delimitadas en el portafolio de inversión de la iniciativa Agua Tica, en el valle central de Costa Rica. En nuestro caso, al tratarse de un contexto costero-rural, las áreas de mayor impacto corresponden a la siembra de especies adaptadas (1099 ha) y la siembra en contorno (442 ha). Ambas prácticas son además las menos costosas.

Como siguiente paso, será fundamental validar en campo las áreas priorizadas

para la implementación de las prácticas, y ajustar los lugares específicos en función de la disponibilidad y la participación de los posibles beneficiarios o proveedores de servicios ecosistémicos. Una metodología apropiada para esto sería la cartografía social.

Un análisis integral del recurso hídrico bajo el enfoque de planificación y gestión de cuencas hidrográficas o regiones hidrográficas, que incluya tanto los datos técnico-científicos sobre cambio climático, pero también la percepción social sobre la vulnerabilidad inherente de sus comunidades y territorios permite comprender mejor el abordaje para la intervención hacia la resiliencia y sostenibilidad de dichos territorios. Las intervenciones conducentes a construir resiliencia implican el desarrollo de acciones en el marco de una infraestructura verde, ligadas a la gestión integral del recurso hídrico basado en el manejo de cuencas hidrográficas, y requiere de inversiones a largo plazo (Calvache et al, 2012), y, es en esa tarea donde la planificación por medio de la priorización y optimización de recursos es fundamental.

El juicio experto y la validación participativa de información básica como las buenas prácticas de manejo de cuencas, que demuestran éxito previo de adopción, aportan mayor probabilidad de éxito en el manejo de cuencas para la adaptación al cambio climático. Al mismo tiempo, se logra gestionar los servicios ecosistémicos hídricos clave para cada contexto y que en consecuencia permitirán la seguridad hídrica para el ser humano y el ecosistema que la sostiene.

Un proceso de monitoreo y evaluación de la implementación de las buenas prácticas de manejo de cuencas, identificadas y ensayadas mediante este ejercicio, requerirá modelar de nuevo el comportamiento de la región hidrográfica con respecto a una adecuada mantención o conservación de los servicios ecosistémicos. Esto se puede llevar a cabo con ayuda de modelos complementarios, como Soil and Water Assessment Tool (SWAT) o Integrated valuation of ecosystem services and trade offs (INVEST), que permiten reportar los cambios en los aportes de sedimentos por erosión, así como la potencial recarga hídrica, entre otros servicios ecosistémicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto WaterClima-LAC, Gestión de zonas costeras financiado por la Unión Europea- DCI-ENV/2014/350-470; al Biol. Walter Chacón por su apoyo en la coordinación local de la fase de campo y a los pobladores de la región del Estero Jaltepeque por su activa participación.

REFERÊNCIAS

Bollmann, M.; Bosch, T.; Colijn, F.; Ebinghaus, R.; Froese, R.; Güssow, K.; Khalilian, S.; Krastel, S.; Körtzinger, A.; Langenbuch, M.; Latif, M.; Matthiessen, B.; Melzner, F.; Oeschies, A.; Petersen, S.; Proelß, A.; Quaas, M.; Reichenbach, J.; Requate, T.; Reusch, T.; Rosenstiel, P.; Schmidt, J.; Schrottke, K.; Sichelschmidt, H.; Siebert, U.; Soltwedel, R.; Sommer, U.; Statterger, K.; Sterr, H.; Sturm, R.; Treude, T.; Vafeidis, A.; van Bernem, C.; van Beusekom, J.; Voss, R.; Visbeck, M.; Wahl, M.; Wallmann, K.; y Weinberger, F.: *World Ocean Review: Living with the oceans*, Maribus GmbH, Hamburgo, Alemania, 2010, 236 pp.

Calderon, H; Weeda, R; Uhlenbrook, S. 2014. Hydrological and geomorphological controls on the water balance components of a mangrove forest during the dry season in the Pacific Coast of Nicaragua. *Wetlands*, 34.4: 685-697.

Calvache, A; Benítez, S; Ramos A. 2012. Fondos de Agua: Conservando la Infraestructura Verde. Guía de Diseño, Creación y Operación (en línea). Bogotá, Colombia, Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, The Nature Conservancy, Fundación FEMSA, Banco Interamericano de Desarrollo. 144 p. Consultado 29 may. 2017. Disponible en https://extrema.mg.gov.br/conservadorasaguas/trabalhos/livro/Livro%20LAWFP_ESP_low%20050312.pdf

CARE, 2017. Climate Change and resilience <http://careclimatechange.org/>

De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., Mcvittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., Ten Brink, P. & Van Beukering, P: Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 2012, 1: 50-61.

Guerrero, M; Herrera-F.; B. Carazo, F. 2019. Priorización de inversiones para la conservación del recurso hídrico en iniciativas público-privadas: el caso de Agua Tica, Costa Rica. San José, Costa Rica, Fundecor. 43 p. (Serie Técnica no. 2: Laboratorio Vivo de Mi Paisaje).

IPCC: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 2014, 151 pp.

IPCC, 2015. Glossary of Terms used in the IPCC Fourth Assessment Report <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

MacDonald, L.: Evaluating and Managing Cumulative Effects: Process and Constraints. *Environmental Management*, 2000, 26: 299 pp.

NASA, 2017 NCCS THREDD. <https://cds.nccs.nasa.gov/nex-gddp/>

Vogl, A.; Tallis, H.; Douglass, J.; Sharp, R.; Veiga, F.; Benitez, S.; Leon, J.; Game, E.; Petry, P.; Guimeraes, J.; Lozano, J.S.: Resource Investment Optimization System (RIOS). Introduction & Theoretical Documentation Project, TNC (ed.), Stanford University, 2016, 107 pp.

CAPÍTULO 3

RESPUESTA HIDRÁULICA Y MECÁNICA EN UNA TURBOMÁQUINA Y SU RELACIÓN CON FENÓMENOS SUBSINCRÓNICOS

Data de aceite: 01/05/2022

Hernán Darío Bolaños-Arias

Universidad EAFIT, Escuela de Ingeniería
Medellín, Colombia
<http://orcid.org/0000-0002-9545-1861>

Francisco Javier Botero-Herrera

Universidad EAFIT, Escuela de Ingeniería
Medellín, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-5254-1517>

RESUMEN: La teoría de sistemas permite inferir que algunas inestabilidades hidrodinámicas en una turbomáquina se pueden detectar en su respuesta hidráulica y mecánica. Esto es particularmente conveniente para el mantenimiento y diagnóstico técnico de este tipo de máquinas. En este trabajo se analizó la respuesta hidráulica y mecánica de una bomba centrífuga de baja velocidad específica, y su relación con fenómenos subsincrónicos como el Rotating Stall y el surge. Los resultados obtenidos sugieren la existencia de los dos fenómenos con frecuencias del 2.4% al 8.7% de la frecuencia de rotación del impulsor, en dos zonas diferentes de la curva característica $Q_{nd}-E_{nd}$. Para llegar a estos resultados se hizo uso de análisis espectral de señales de presión y de torque, y análisis de fase de las fluctuaciones de presión en la voluta de bomba.

PALABRAS CLAVE: Rotating Stall, surge, análisis espectral, análisis de fase.

HYDRAULIC AND MECHANICAL RESPONSE IN A TURBOMACHINE AND ITS RELATIONSHIP WITH SUBSYNCHRONOUS PHENOMENA

ABSTRACT: The theory of systems allows to infer that some hydrodynamic instabilities in a turbomachine can be detected through its hydraulic and mechanical response. This is particularly convenient for the maintenance and technical diagnosis of this type of machines. In this work, the hydraulic and mechanical response of a low specific speed centrifugal pump, and its relationship with subsynchronous phenomena such as Rotating Stall and surge, was carried out. Results obtained suggest the existence of the two phenomena with frequencies of 2.4% to 8.7% of the rotation frequency of the impeller. This, in two different zones of the characteristic curve $Q_{nd}-E_{nd}$. To achieve these results, spectral analysis of pressure and torque signals and phase analysis of the pressure fluctuations in the pump volute were used.

KEYWORDS: Rotating Stall, surge, spectral analysis, phase analysis.

1 | INTRODUCCIÓN

Fenómenos hidrodinámicos en una turbomáquina pueden afectar su desempeño en forma de reducción de eficiencia, presencia de altos pulsos de presión y aumento de niveles de vibración (BERTEN *et al.*, 2009) lo cual se pone de manifiesto en la respuesta hidráulica, mecánica y eléctrica (VALENTÍN *et al.*, 2017).

Fenómenos hidrodinámicos como el

surge y el Rotating Stall (RS) han sido estudiados ampliamente en turbocompresores porque estos se presentan muy cerca del punto de máxima eficiencia (LAWLESS; FLEETER, 1997), en la línea que separa el desempeño estable del inestable y que se denomina línea de surge en la curva de desempeño. En bombas hidráulicas también se presentan (BONS, 1994; BRAUN, 2009; BRENNEN, 2011), pero no cerca del punto de máxima eficiencia. El hecho de que el surge y RS se puedan presentar en un mismo punto de operación (DAY, 2015) ha generado investigaciones que reportan el RS como precursor del surge y otras que reportan el surge sin relación con el RS (SUNDSTRÖM; SEMLITSCH; MIHĂESCU, 2018).

El surge es un fenómeno global mientras que el RS es un fenómeno local (LAWLESS; FLEETER, 1997). En surge el caudal promedio a través de la turbomáquina es variable, mientras que en RS es estable (DAY, 2015). Dada la naturaleza global del surge, que trasciende la zona del impulsor y se extiende a todo el sistema de bombeo, este se caracteriza por oscilaciones de presión y caudal que, además de generar vibraciones y reducir el desempeño de la turbomáquina, pueden amenazar su integridad estructural (BRENNEN, 2011).

De otra parte, el RS se puede definir como una perturbación del flujo debida a recirculaciones que bloquean parcial o totalmente los canales entre álabes de los rotores o impulsores. Estas recirculaciones se dan por desprendimiento de flujo en la interfase fluido-superficie sólida de los álabes por cambio en la dirección del ángulo de ataque (BRENNEN, 2011).

En bombas, tanto el surge como el RS se presentan en condiciones de operación de bajos caudales y a frecuencias subsíncronas. Dada sus naturalezas periódicas, su caracterización se hace, entre otros métodos, por medio del análisis espectral y análisis de fase de las fluctuaciones de presión (BERTEN *et al.*, 2009; BRAUN, 2009; HASMATUCHI *et al.*, 2011; LI; XU; HU, 2015). Los sensores se colocan normalmente en el impeler o en la voluta y el análisis de sus señales considera fundamentalmente la respuesta hidráulica de la turbomáquina. No obstante, los pulsos de presión generados por los fenómenos pueden repercutir también en los componentes mecánicos y eléctricos de la turbomáquina. Dada esta situación, resulta de interés conocer la respuesta de una turbomáquina en el ámbito mecánico ante la existencia de fenómenos subsíncronos como el surge o el RS.

Teniendo en cuenta lo anterior, se definió como objetivo principal de esta investigación la caracterización de fenómenos hidrodinámicos subsíncronos como el RS a partir de la respuesta hidráulica y mecánica de una bomba centrífuga de baja velocidad específica, haciendo uso de sensores de presión y de torque.

2 | MÉTODOS

2.1 Banco de pruebas

El banco de pruebas hace parte del laboratorio de hidráulica de la universidad EAFIT y está conformado por un circuito cerrado de tuberías unido a un tanque de carga, un canal y la bomba objeto de estudio. La dirección del flujo en el circuito se puede controlar por medio de válvulas, posibilitando el funcionamiento de la turbomáquina objeto de estudio como bomba o como turbina. La energía para mover el agua en el circuito es suministrada por un banco de bombas. La bomba objeto de estudio corresponde a una ITT-Goulds de 1118.5 W de potencia nominal, con una velocidad específica (N_s) de 35.7, con seis álabes curvados hacia atrás y una velocidad de rotación de diseño de 29.167 s^{-1} . En el punto de operación de diseño la cabeza hidráulica es de 7.7 m y el caudal de $0.009 \text{ m}^3/\text{s}$.

La bomba de estudio fue operada a su velocidad de diseño, y para la obtención de diferentes puntos de operación se hizo variación de caudales desde $1.3 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ hasta $1.38 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$. Para este estudio fueron considerados 22 puntos de operación con cabezas hidráulicas entre 5.7 y 9.6 m.

2.2 Instrumentación y equipo de adquisición de datos

Sensores piezorresistivos de presión Wika A-10 (PiezoResistive Sensor, PRS, por su denominación en inglés) fueron instalados en la zona de alta y de baja presión de la bomba. Un medidor de flujo GE TransPort PT878 fue instalado en la zona de descarga de la bomba. Las señales de estos instrumentos fueron utilizadas para determinar la energía específica por medio de la ecuación de Bernoulli y calcular los caudales en cada punto de operación.

Los sensores de presión piezorresistivo Futek PMP300 (PiezoResistive Sensor, PRS, por su denominación en inglés) y piezoeléctrico Dytran 2005V (PiezoElectric Sensor, PES, por su denominación en inglés) fueron instalados en la voluta. Sus señales fueron analizadas en el dominio del tiempo y de la frecuencia y los resultados se consideraron como patrón de comparación de los resultados obtenidos a través del sensor de torque Futek TRS600 FSH01998 (Torque Sensor, TS, por su denominación en inglés), el cual fue instalado en el eje de la bomba. Este sensor sirvió, además, para la determinación de la potencia mecánica. El tacómetro DT2234C+ fue usado para medir la velocidad de rotación en el eje de la bomba.

Las señales eléctricas de todos los instrumentos fueron recibidas y procesadas por medio de un equipo de adquisición de datos CompactRio® 9076 de National Instruments® y un software denominado Turbologger, desarrollado en ambiente LabView® por investigadores de la Universidad Eafit. El equipo de adquisición de datos se conformó con cuatro módulos de adquisición: dos NI-9232, un NI-9215 y un NI-9203. Las especificaciones técnicas generales de los módulos se pueden ver en las referencias (Datasheet NI-9215NI,

[s. d.]; Datasheet NI-9203[s. d.]).

Todas las señales fueron registradas simultáneamente a una tasa de 20480 muestras por segundo y constituidas por 655360 datos (32 segundos) para cada una de las variables consideradas en cada punto de operación; tales parámetros corresponden a una frecuencia máxima observable de 10240 Hz con una resolución de 0.03125 Hz.

2.3 Curvas características

Las curvas características de la bomba fueron construidas con números adimensionales, de acuerdo con lo establecido en la norma IEC-60193:2019 (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 2019). Para ello se utilizaron los coeficientes de energía (E_{nD}) y caudal (Q_{nD}), y eficiencia (η), definidos de la siguiente manera:

$$E_{nD} = \frac{E}{n^2 D^2} \quad (1)$$

$$Q_{nD} = \frac{Q_1}{nD^3} \quad (2)$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_m} \quad (3)$$

donde, E es la energía específica; n en número de revoluciones por segundo; D es el diámetro de referencia; Q_1 es el caudal; P_h es la potencia hidráulica y P_m es la potencia mecánica.

2.4 Análisis de fase

El análisis de señales se realizó en tres partes. En la primera, se tomaron las señales de los sensores instalados en la máquina, y por medio de análisis espectral se determinaron los puntos donde se sugiere la existencia de RS. En la segunda, se analizó la similitud de las señales de todos los sensores por el método del espectro cruzado. Y en la tercera, se realizó un análisis de fase por el método de la correlación cruzada para estimar el número de onda en cada uno de los componentes espectrales de interés.

Las señales de presión fueron representadas adimensionalmente como coeficientes de fluctuación de presión (\tilde{P}_E) y sus frecuencias como coeficientes de frecuencia (f_n), definidos de acuerdo con la norma IEC60193:2019 (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 2019) de la siguiente forma:

$$\tilde{P}_E = \frac{p - \bar{p}}{\rho E} \quad (4)$$

$$f_n = \frac{f}{n} \quad (5)$$

donde, p es la presión, \bar{p} es la presión media, ρ es la densidad y f es la frecuencia.

3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Curvas características

En la figura 1 se presentan las curvas características E_{nd} - Q_{nd} y η - Q_{nd} . En ellas se observan tres puntos de operación de interés (Operation Point, OP, por su denominación en inglés), OP4, OP7 y OP11, ubicados en la zona de carga parcial de caudal. En el OP4 ($Q_{nd}=0.1124$, $E_{nd}=16.84$) hay un cambio de signo de pendiente en la curva E_{nd} - Q_{nd} . En el OP7 ($Q_{nd}=0.2095$, $E_{nd}=16.78$) y el OP11 ($Q_{nd}=0.4109$, $E_{nd}=15.78$) hay unos leves hundimientos claramente perceptibles en la curva η - Q_{nd} .

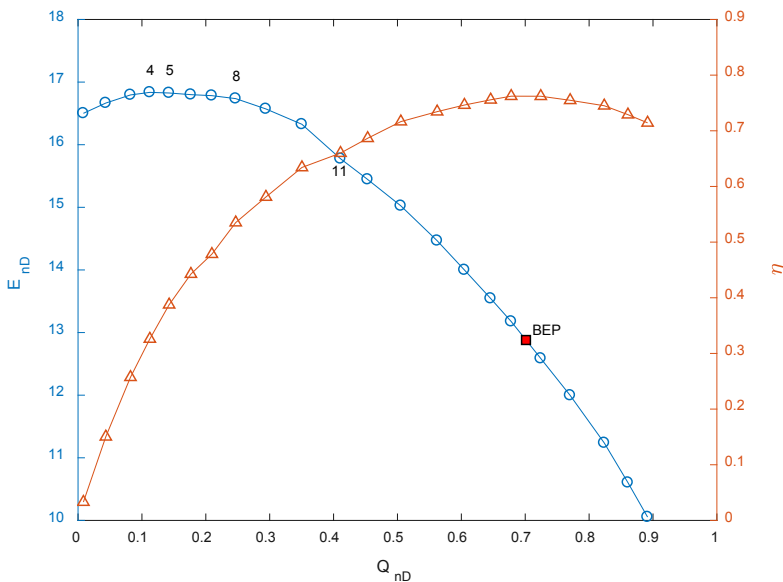


Figura 1. Curvas características E_{nd} - Q_{nd} y η - Q_{nd} . Fuente: elaboración propia.

Estos hundimientos representan una disminución en la eficiencia, estimada entre el 1 y 1.5%, si se toma como base de comparación una curva que se ajuste a los puntos aledaños a los puntos en cuestión. La literatura sugiere que este tipo de irregularidades o cambios en el signo de la pendiente pueden estar asociados a fenómenos hidrodinámicos (SINHA; PINARBASI; KATZ, 2001; ULLUM *et al.*, 2006).

3.2 Análisis espectral

El análisis de señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia se realizó sobre todos los puntos de operación. De allí se identificaron cuatro puntos con componentes espectrales que sugieren la presencia de fenómenos hidrodinámicos caracterizados por variaciones de presión que se manifiestan en todo el sistema hidráulico y mecánico. Dos de estos puntos corresponden a los OP4 y OP11, donde se identificaron irregularidades en las curvas E_{nD} - Q_{nD} y η - Q_{nD} . Los otros dos puntos, OP5 y OP8, son próximos a las zonas de irregularidades en las curvas características. Por tratarse de fenómenos subsincrónicos, el análisis espectral se hizo sobre componentes espectrales con frecuencias menores que 29 Hz o coeficientes de frecuencia menores que 0.99.

A modo de ilustración, en la figura 2 se presentan los espectros de las señales de todos los sensores en los puntos de operación OP5 y OP8. En la figura 2 a) se observa claramente un componente en $f_n=0.087$ en todos los espectros. De manera similar, en la figura 2 b) se observa uno en $f_n=0.084$. De acuerdo con estos espectros, la respuesta hidráulica tiene correspondencia con la respuesta mecánica, ya que los componentes espectrales corresponden al mismo coeficiente de frecuencia y tienen una amplitud claramente diferenciable en esos componentes.

En la tabla 1 se presentan los puntos de operación identificados con sus respectivos coeficientes de frecuencia para cada uno de los sensores. En el OP 11 se presentaron dos componentes espectrales de interés, uno de los cuales tiene correspondencia en todos los sensores ($f_n=0.0241$), y el otro en los cuatro sensores de presión ($f_n=0.0777$) y no en el de torque. Este componente será objeto de análisis más adelante.

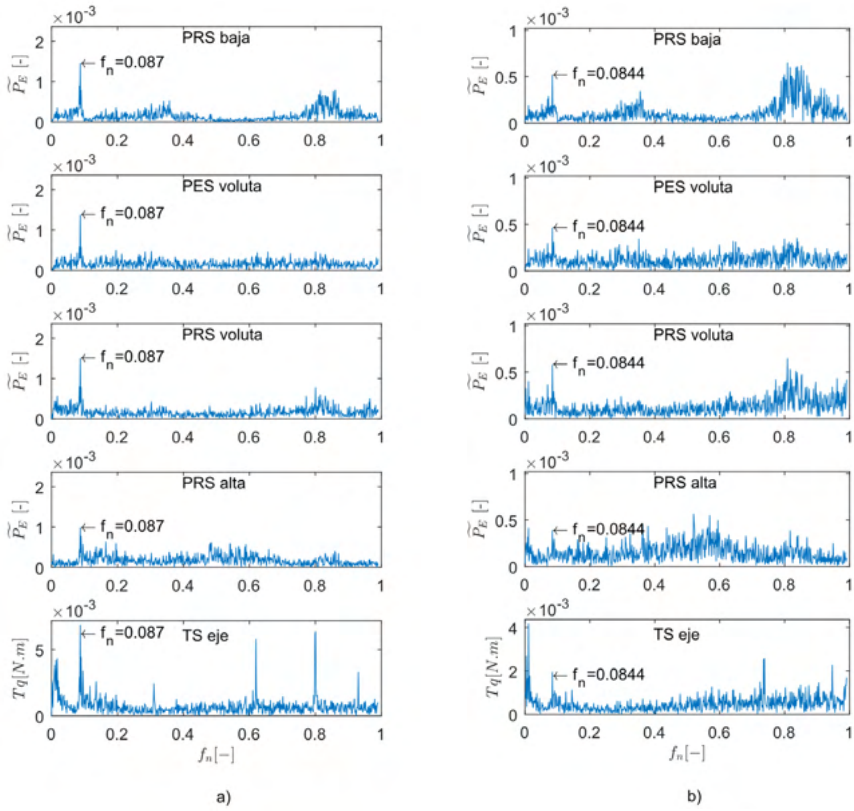


Figura 2. Espectros de las señales en los puntos de operación 5, a), y 8, b).

Fuente: elaboración propia.

OP	Q_{nd}	E_{nd}	Factor de frecuencia (f_n)				
			PRS baja	PES voluta	PRS voluta	PRS alta	TS eje
4	0.1124	16.8358	0.0857	0.0857	0.0857	0.0857	0.0857
5	0.1426	16.8259	0.0870	0.0870	0.0870	0.0870	0.0870
8	0.2468	16.7360	0.0844	0.0844	0.0844	0.0844	0.0844
11	0.4109	15.7761	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241	0.0241
11	0.4109	15.7761	0.0777	0.0777	0.0777	0.0777	0.0817

Tabla 1. Puntos de operación y componentes espectrales donde la evidencia sugiere la existencia de fenómenos subsincrónicos.

Para determinar si los componentes espectrales identificados en la tabla 1 corresponden a frecuencias dominantes percibidas en todos los sensores, y a su vez, poderlos comparar entre sí, se utilizó el método del espectro cruzado para este fin. Se tomó como señal patrón la señal del sensor piezoeléctrico instalado en la voluta (PES voluta) y con base en esta se realizó la correlación espectral con las otras señales. En la figura 3 se presentan estos resultados en el intervalo de f_n entre 0 y 0.2, en términos del espectro de densidad de potencia (Power Spectral Density, PSD, por su denominación en inglés). El intervalo escogido corresponde a la zona donde se identificaron los componentes espectrales comunes a todas las señales.

El método del espectro cruzado permite determinar la similitud entre dos señales, y de esta manera, identificar los componentes espectrales dominantes, caracterizados por tener cantidades de “masa” espectral (potencia o energía, en realidad) significativamente mayor que la de otros componentes.

En las gráficas de la figura 3 se puede observar que hay una gran similitud, en términos de preponderancia del componente espectral y su magnitud de densidad espectral, entre la señal del PES voluta y las otras señales, en lo que atañe a los componentes espectrales de interés señalados en la tabla 1. Para todos estos componentes espectrales es mayor la densidad espectral de la señal del sensor de torque, excepto en el caso de $f_n=0.0777$ del OP11, donde la densidad espectral es prácticamente la misma en todos los sensores. En este componente cabe resaltar que, si bien el espectro de la señal de torque no lo mostró como predominante, el espectro cruzado si lo hizo, presentando una clara semejanza de este componente en las señales de torque y de presión. De allí se pone de manifiesto que el componente espectral refleja el mismo fenómeno hidrodinámico en las señales de los dos sensores.

Dicho lo anterior, se infiere que los fenómenos hidrodinámicos, caracterizados por los componentes espectrales señalados en la tabla 1, tienen respuestas equiparables en los sistemas hidráulico y mecánico de la bomba objeto de estudio.

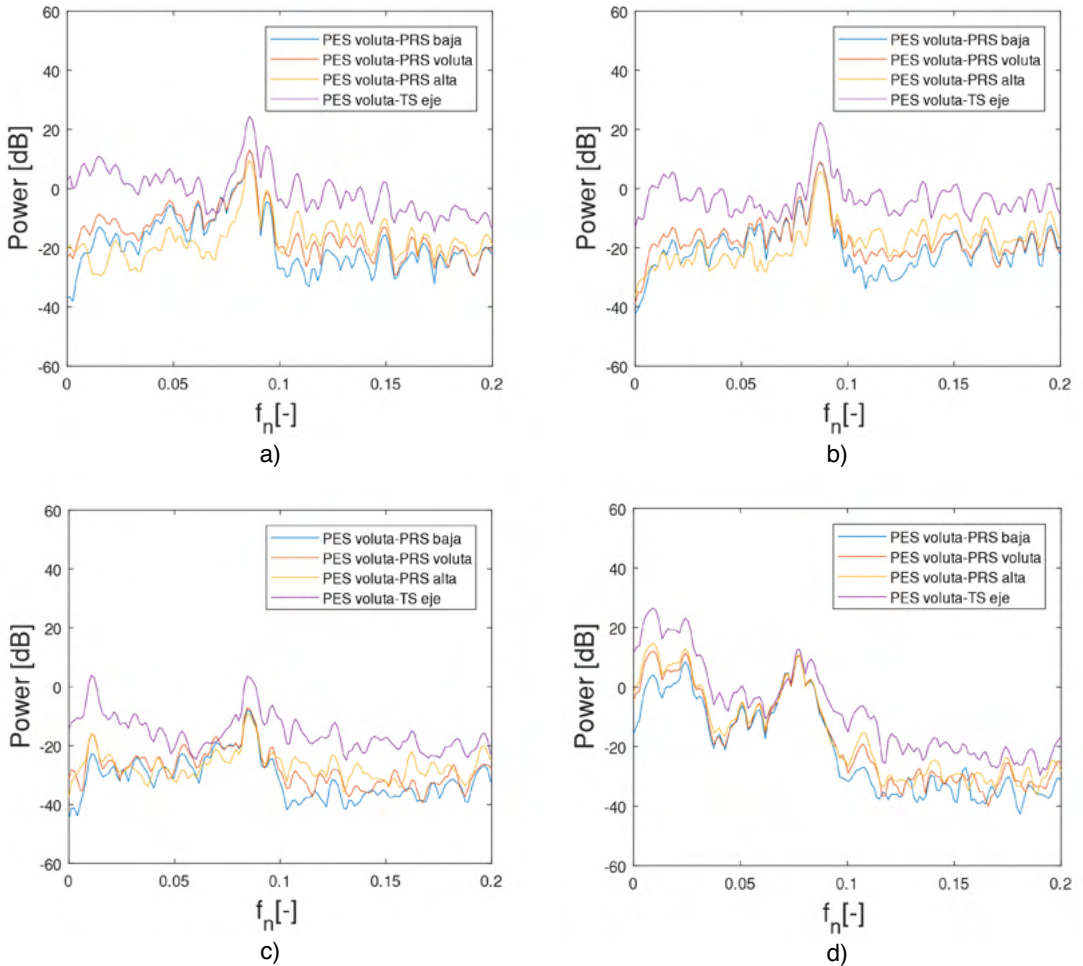


Figura 3. a) PSD para el OP4, b) PSD para el OP5, c) PSD para el OP8 y d) PSD para el OP11.

Fuente: elaboración propia.

3.3 Análisis de fase

Estudios sobre RS en bombas centrífugas reportan el fenómeno a frecuencias entre el 5 y 10% de las frecuencias de rotación del impulsor (JOHNSON; PEDERSEN; JACOBSEN, 2005; SINHA; PINARBASI; KATZ, 2001; ULLUM *et al.*, 2006). Sin embargo, y teniendo en cuenta que fenómenos como el surge se asemejan al RS y se pueden confundir con éste (DAY, 2015), se realizó un análisis de fase para dilucidar el origen de los componentes espectrales de interés. Para ello se consideraron las señales de los dos sensores de presión localizados en la voluta y que se instalaron con una separación de 30° . Las señales fueron filtradas digitalmente por los métodos Elíptico, Butterword, Chebychev tipo 1 y Chebychev tipo 2. La respuesta en amplitud y fase de la señal filtrada se comparó

gráficamente con la señal original para determinar el método más adecuado para estimar el número de onda en cada uno de los componentes de interés. Se usaron filtros pasabanda en todos los componentes, excepto en $f_n=0.0241$ donde se usó un pasabajo. El ancho de banda empleado en todos los casos fue de 1Hz centrado con respecto al componente espectral de interés en cada punto de operación. En la figura 4 se muestran las comparaciones de las señales filtradas con las originales para el OP5 a modo de ejemplo.

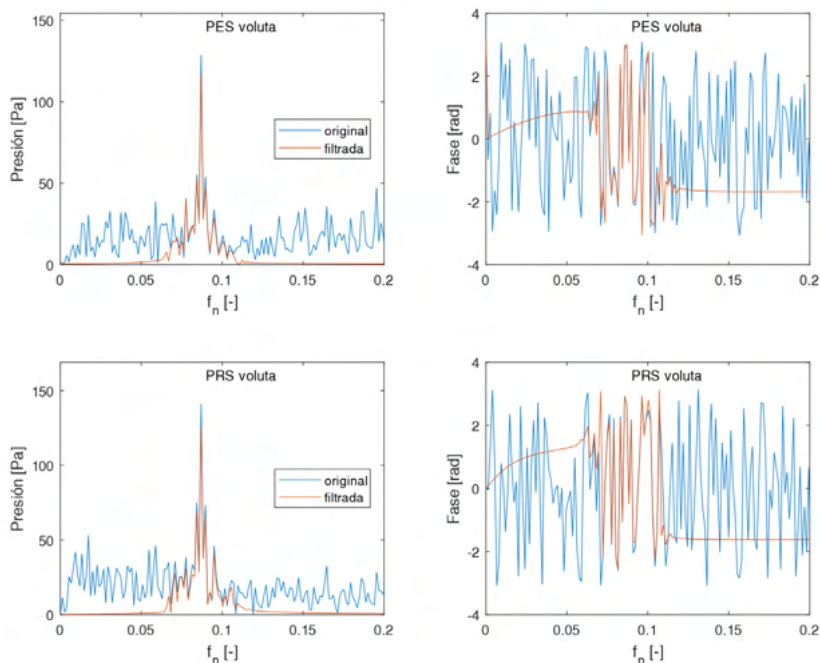


Figura 4. Respuesta en amplitud y en fase de las señales filtradas para el OP5, $f_n=0.0870$. Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis de fase se presentan en la tabla 2. De los cinco componentes analizados, dos estarían en fase ($k=0$) y tres no estarían en fase ($k>0$). Los componentes en fase sugieren oscilaciones de presión y caudal que involucran todo el sistema hidráulico, posiblemente un surge, y los componentes que no están en fase sugieren la existencia de un RS.

OP	Q_{nD}	E_{nD}	f_n	Desfase (°)	Método de filtrado	k	k ajustado
4	0.1124	16.8358	0.0857	18.7	Elíptico	0.581	1
5	0.1426	16.8259	0.0870	19.5	Butterword	0.581	1

8	0.2468	16.7360	0.0844	7.5	Butterword	0.423	0
11	0.4109	15.7761	0.0777	7.5	Elíptico	0.386	0
11	0.4109	15.7761	0.0241	38.5	Elíptico pasabajo	1.283	1

Tabla 2. Análisis de fase para los componentes espectrales de interés.

4 | CONCLUSIONES

Estudios previos realizados sobre la misma máquina han sugerido, a partir de análisis de patrones espectrales generales, la existencia de RS. Esto en la zona comprendida entre $Q_{nd}=0.101$ y $Q_{nd}=0.143$ (BOLAÑOS *et al.*, 2017). Sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación sugieren que el fenómeno también se puede encontrar en otra zona de la curva característica $Q_{nd}-E_{nd}$ (alrededor de $Q_{nd}=0.4109$). Además, los resultados muestran la posible presencia de otros fenómenos hidrodinámicos como el surge, fenómeno que no fue identificado en el estudio referenciado.

Los puntos de operación analizados (OP4, OP5, OP8 y OP11) muestran que los efectos de los fenómenos hidrodinámicos presentes en la turbomáquina se pueden percibir en los sistemas hidráulico y mecánico, traspasando la zona de interacción rotor-estator. Adicionalmente, comprueban una buena correspondencia en los componentes espectrales de las señales de los sensores de presión con las señales del sensor de torque.

En el OP11 se observan dos fenómenos hidrodinámicos diferentes, un posible surge y un posible RS, lo cual no resulta extraño si se tiene en cuenta que esta situación ha sido observada en turbocompresores (DAY, 2015). En este punto de operación llama la atención la existencia de un posible RS a una frecuencia muy baja, a 2.4% de la frecuencia de rotación de la máquina, por debajo de lo encontrado en los estudios de referencia para este trabajo.

La posible existencia de fenómenos hidrodinámicos como el surge o el RS en los OP7 y OP11 sugieren una reducción en la eficiencia del 1 al 1.5%. Los OP7 y OP11 son los puntos donde se observan unos leves hundimientos en la curva característica.

Si bien la coexistencia simultánea de fenómenos en fase (surge) y en no fase (rotating stall) es reportada por la literatura para el caso de compresores (DAY, 2015), en máquinas hidráulicas esta situación no ha sido mencionada, por lo cual la recolección de evidencias que permitan concluir sin lugar a duda que estos dos fenómenos se pueden presentar simultáneamente en máquinas hidráulicas se puede convertir en un tema de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su gratitud a la Dirección de Investigación, el laboratorio de Hidráulica, el laboratorio de Metrología y el laboratorio de Mecatrónica de la universidad EAFIT, por todo el soporte técnico y logístico brindado para el desarrollo de

esta investigación.

REFERENCIAS

BERTEN, Stefan *et al.* Experimental investigation of flow instabilities and rotating stall in a high-energy centrifugal pump stage. *In:* , 2009. **Proceedings of the ASME Fluids Engineering Division Summer Conference 2009, FEDSM2009**. [S. l.: s. n.], 2009. p. 505–513.

BOLAÑOS, Hernán Darío *et al.* Subsynchronous phenomena in a low specific speed centrifugal pump. *In:* , 2017, Quito. **Proceedings of III Latinamerican Hydro Power and Systems Meeting**. Quito: [s. n.], 2017. p. 26–38.

BONS, Jeffrey P. Dynamic surge behavior of a centrifugal pumping system. *In:* , 1994. **American Society of Mechanical Engineers (Paper)**. [S. l.]: Publ by ASME, 1994. p. 1–11.

BRAUN, Olivier. **Part load flow in radial centrifugal pumps**. 2009. 177 f. - ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE, [s. l.], 2009.

BRENNEN, Christopher Earls. Pump Vibration. *In:* HYDRODYNAMICS OF PUMPS. New York: Cambridge University Press, 2011. p. 137–171.

DAY, I. J. Stall, surge and 75 years of research. **Journal of Turbomachinery**, [s. l.], v. 138, n. 1, p. 1–16, 2015.

HASMATUCHI, Vlad *et al.* Experimental Evidence of Rotating Stall in a Pump-Turbine at Off-Design Conditions in Generating Mode. **Journal of Fluids Engineering**, [s. l.], v. 133, n. 5, p. 051104, 2011.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Model acceptance tests (IEC 60193:2019)**. [S. l.]: BSI Standards Limited, 2019.

JOHNSON, D. A.; PEDERSEN, N.; JACOBSEN, C. B. Measurements of rotating stall inside a centrifugal pump impeller. *In:* , 2005. **Proceedings of 2005 ASME Fluids Engineering Division Summer Meeting, FEDSM2005**. [S. l.: s. n.], 2005. p. 1436–1443.

LAWLESS, P. B.; FLEETER, S. Prediction of active control of subsonic centrifugal compressor rotating stall. **AIAA Journal**, [s. l.], v. 35, n. 12, p. 1829–1836, 1997.

LI, Changzheng; XU, Siqi; HU, Zhiqi. Experimental Study of Surge and Rotating Stall Occurring in High-speed Multistage Axial Compressor. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 99, p. 1548–1560, 2015.

NI. **Datasheet NI-9203**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.ni.com/pdf/manuals/374070a_02.pdf. Acesso em: 13 mar. 2021.

NI. **Datasheet NI-9215**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.ni.com/pdf/manuals/373779a_02.pdf. Acesso em: 13 mar. 2021.

SINHA, Manish; PINARBASI, Ali; KATZ, Joseph. The flow structure during onset and developed states of rotating stall within a vaned diffuser of a centrifugal pump. **Journal of Fluids Engineering, Transactions of the ASME**, [s. l.], v. 123, n. 3, p. 490–499, 2001.

SUNDSTRÖM, Elias; SEMLITSCH, Bernhard; MIHĂESCU, Mihai. Generation Mechanisms of Rotating Stall and Surge in Centrifugal Compressors. **Flow, Turbulence and Combustion**, [s. l.], v. 100, n. 3, p. 705–719, 2018.

ULLUM, Ulrik *et al.* Prediction of rotating stall within an impeller of a centrifugal pump based on spectral analysis of pressure and velocity data. **Journal of Physics: Conference Series**, [s. l.], v. 52, n. 1, p. 36–45, 2006.

VALENTÍN, David *et al.* Power swing generated in Francis turbines by part load and overload instabilities. **Energies**, [s. l.], v. 10, n. 12, 2017.

CAPÍTULO 4

CÓDIGOS DE ÉTICA Y CONDUCTA, HERRAMIENTAS FUNDAMENTALES PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL

Data de aceite: 01/05/2022

Data de submitslao: 18/03/2022

Teresa Reyes Zepeda

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Cuautla
Yecapixtla, Morelos, México.

Mónica Leticia Acosta-Miranda

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Cuautla
Yecapixtla, Morelos, México.
ORCID ID: 0000-0003-3154-7482

Esmeralda Gutiérrez López

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Cuautla
Yecapixtla, Morelos, México.

RESUMEN: Pese a que el Estado de Morelos es uno de los más pequeños de la República Mexicana, sus municipios presentan características distintas en cuanto a clima, tamaño, actividades económicas preponderantes, tradiciones, recursos naturales, etc., pero tienen algo en común: de acuerdo con información pública, no cuentan o no concluyen el procedimiento de publicación de herramientas o instrumentos de control interno que son fundamentales para la realización de las actividades cotidianas de la Administración Pública Municipal. Es tal la importancia del control interno en los municipios, que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 115, faculta a las legislaturas de los estados para generar la normatividad, apegada

a derecho, en materia municipal: reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general, que regulen los procedimientos, funciones y servicios públicos que integran la administración pública municipal. El objetivo de este trabajo es generar una Guía, que permita a las autoridades responsables, conocer los procesos, la normatividad relacionada con el control interno y los beneficios de convertirse en una administración concedora de sus compromisos con resultados en beneficio de la ciudadanía. La metodología consistió en una revisión exhaustiva de las Leyes, Reglamentos y Lineamientos relacionados con el tema para posteriormente realizar entrevistas con el personal del Ayuntamiento en cuestión, con la finalidad de elaborar un Código de Ética y Conducta congruente con la cultura organizacional del municipio para posteriormente darlo a conocer a todo el personal. Esta herramienta proporciona múltiples beneficios al promover un ambiente de respeto basado en la integridad que genera, al interior, una atmósfera más pacífica donde trabajar y al exterior la confianza de la sociedad.

PALABRAS CLAVE: Códigos de Ética y Conducta, Control Interno, Administración Pública Municipal.

ABSTRACT: Although the State of Morelos is one of the smallest in the Mexican Republic, its municipalities have different characteristics in terms of climate, size, preponderant economic activities, traditions, natural resources, etc., but they have something in common: According to public information, they do not have internal control tools or instruments that are fundamental

for carrying out the daily activities of the Municipal Public Administration. The importance of internal control in municipalities is such that the Political Constitution of the United Mexican States, in its article 115, empowers the state legislatures to generate regulations, attached to law, in municipal matters: regulations, circulars and administrative provisions of general observance, which regulate the procedures, functions and public services that make up the municipal public administration. The objective of this work is to generate a Guide that allows the responsible authorities to know the processes, the regulations related to internal control and the benefits of becoming an administration that is aware of its commitments with results for the benefit of citizens. The methodology consisted of an exhaustive review of the Laws, Regulations and Guidelines related to the subject to later conduct interviews with the personnel of the City Council in question, with the purpose of elaborating a Code of Ethics and Conduct consistent with the organizational culture of the municipality for later make it known to all staff. This tool provides multiple benefits by promoting an environment of respect based on integrity that generates, internally, a more peaceful atmosphere in which to work and externally, the trust of society.

KEYWORDS: Codes of Ethics and Conduct, Internal Control, Municipal Public Administration.

1 | INTRODUCCIÓN

Actualmente en México enfrentamos muchos cambios de tipo legal, fiscal, ambiental, administrativo, en prácticas empresariales, educación, etc., todo esto derivado de los acuerdos internacionales en los que participa nuestro país y de los compromisos adquiridos en la agenda 2030, que contiene los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible junto con sus 169 metas que nos muestran la plataforma para hacer frente a tres elementos interconectados: crecimiento económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental, temas que deben ser retomados en los municipios en el desarrollo de sus objetivos e interacción con la población.

Por tal motivo, México ha realizado una serie de reformas a nuestra Carta Magna, permitiendo con esto modificar las leyes vigentes y crear otras con la intención de poder legislar en temas propuestos por los organismos internacionales, desde la Ley General de Contabilidad Gubernamental, el Código Penal Federal, Ley Federal del Trabajo, Ley General de Responsabilidades Administrativas, Ley Federal de Prevención de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita, Ley General del Sistema Nacional Anticorrupción, Ley Nacional de Extinción de Dominio, Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera, entre otras.

En este trabajo de investigación se toma al Estado de Morelos como referencia para realizar las pruebas de los cambios que se están implementando en las administraciones municipales analizando aspectos como: Los cambios legales y normativos que regulan la administración pública municipal, tanto nacionales como internacionales; la generación e implementación de los instrumentos de control interno que faciliten la administración y, finalmente, las personas que intervienen para que esto funcione generando los resultados

esperados.

Por tal motivo, se pretende desarrollar una herramienta en la que puedan apoyarse las administraciones municipales al inicio de su gestión y como material de consulta durante el periodo de su mandato, con la intención de eficientar la gestión pública municipal.

2 | FUNDAMENTO TEÓRICO

En el desarrollo de sus actividades, el municipio genera una serie de intercambios de bienes, servicios, información, etc., por medio de diferentes personas que son sus representantes: los integrantes del Ayuntamiento: presidente, síndico y regidores; más el personal que labora en los municipios como: tesorero, directores de área, coordinadores, auxiliares, asesores, asistentes, etc., quienes tratan cotidianamente con personas externas como proveedores de bienes y servicios, autoridades fiscalizadoras, usuarios y público en general.

De acuerdo con información publicada en la página oficial de la Consejería Jurídica del Estado de Morelos, al iniciar los trabajos de esta investigación, es muy bajo el índice de cumplimiento en materia de control interno. Respecto a la obligación de publicar los instrumentos de control interno en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad”, ningún ayuntamiento cumple al 100 % con la publicación de todos los instrumentos, pero, en lo que respecta a los Códigos de Ética, solo 9 municipios, que representan un 25% del total de municipios en el Estado de Morelos, cuentan con este documento. Por lo que respecta al Código de Conducta, solo 4 municipios (un 11% del total) lo tienen publicado. La información de los municipios del Estado de Morelos se puede observar en la Tabla 1.

MUNICIPIOS REVISADOS		36		FECHA DE PUBLICACIÓN MÁS RECIENTE	FECHA DE PUBLICACIÓN MÁS ANTIGUA
INSTRUMENTO	MUNICIPIOS QUE CUMPLIERON				
	No.	%			
Código de Ética	9	25	27/11/2019	20/12/2017	
Código de Conducta	4	11	11/09/2019	20/12/2017	
Manual de Control Interno	0	0			
Manual de Administración de Riesgos	0	0			
Manual General de Organización Bando de Policía y Gobierno	33	91	05/12/2019	06/12/1995	
Políticas y Procedimientos Administrativos de Observancia General	0	0			
Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información	18	50	18/12/2019	12/01/2005	
Manual de Fiscalización	0	0			
Manual de Rendición de Cuentas	0	0			
Manual de Armonización Contable	0	0			
Manual de Administración de Recursos Humanos	0	0			
Procedimiento de Evaluación al Desempeño	0	0			
Indicadores en el Plan de Desarrollo Municipal	27	75	12/02/2020	27/04/2016	
Reglamento de integración y funcionamiento del Comité de Ética	1	2	11/03/2020		
Reglamento de integración y funcionamiento del Comité de Control Interno	0	0			
Reglamento de Integración y funcionamiento del Comité de Administración de Riesgos	0	0			
Reglamento de integración y funcionamiento del Comité de Adquisiciones	0	0			

Reglamento de integración y funcionamiento del Comité de Obra Pública	3	8	14/08/2019	28/11/2001
Reglamento de Control Interno	0	0		
Reglamento Interior	23	63	14/08/2019	02/01/2002
Reglamento de Mejora Regulatoria	27	75	18/03/2020	22/10/2014
Reglamento en materia de Adquisiciones	7	19	27/06/2018	27/06/2001
Reglamento en materia de Obra Pública	17	47	09/10/2013	28/03/2001
Reglamento de Gobierno Interno y para la Administración Pública	13	36	11/03/2020	09/05/2007
Reglamento de Fiscalización	1	2	11/09/2019	
Reglamento de Rendición de Cuentas	0	0		
Reglamento de Armonización Contable	0	0		

Tabla 1.- Documentos de Control Interno de los Municipios del Estado de Morelos.

Elaboración propia con datos tomados de <http://marcojuridico.morelos.gob.mx/>.

Los lineamientos descritos en la Tabla 1 normalmente son requeridos a los municipios en las auditorías practicadas a los fondos federales y se entiende que de acuerdo con el tamaño de cada municipio podría variar su contenido o estructura, ya que, es necesario el análisis de las características de cada municipio en el desarrollo de estas herramientas de control interno.

Actualmente el avance en cuanto a la publicación de los códigos de ética y conducta es el que se muestra en la Tabla 2, como podemos observar en un periodo de dos años, se agregó solo un código de conducta más y se actualizaron dos. De acuerdo con esta información, es necesario promover o incentivar a los municipios a elaborar y revisar su estructura de control interno y realizar el procedimiento de publicación de estas herramientas e integrarlas a su cultura de trabajo en la gestión pública municipal.

MUNICIPIOS REVISADOS		36		FECHA DE PUBLICACIÓN MÁS RECIENTE	FECHA DE PUBLICACIÓN MÁS ANTIGUA
INSTRUMENTO	MUNICIPIOS QUE CUMPLIERON				
	No.	%			
Código de Ética	9	25	27/11/2019	20/12/2017	
Código de Conducta	5	14	21/07/2019	20/12/2017	

Tabla 2.- Código de Ética y Código de Conducta de los Municipios del Estado de Morelos.

Elaboración propia con datos tomados de <http://marcojuridico.morelos.gob.mx/>.

Los Códigos de Ética y Conducta forman parte de las herramientas del control interno municipal ya que rigen el comportamiento de los servidores públicos que integran un municipio en el desempeño de sus funciones y se componen de una serie de valores, principios, reglas de conducta e integridad, así como prohibiciones que fomentan el respeto a las leyes, al conducir su actuación en un sentido recto, reconociendo los principios constitucionales e institucionales necesarios para realizar sus funciones de manera correcta y con vocación de servicio.

También establecen la actuación ética, integra y previenen conflictos de intereses en el desempeño de la gestión pública, mediante la inclusión de los principios constitucionales como parte fundamental del desempeño de las funciones de los servidores públicos, así como, los principios del Buen Gobierno, principios institucionales y reglas de integridad que establecen un marco normativo a seguir para eficientar el cumplimiento de los compromisos de la Administración Pública Municipal con la población. Dentro de su marco normativo, el Código de Ética contempla incentivos para premiar la observancia de este y sanciones en caso de no cumplir con su contenido. Del mismo modo reconoce las figuras del Órgano Interno de Control y del Comité, así como, el reglamento.

Por otra parte, el Código de Conducta establece la forma cómo las personas servidoras públicas aplicaran los principios, valores y reglas de integridad contenidas en el Código de Ética, dentro de un marco de legalidad, eficiencia, transparencia y rendición de cuentas conforme a lo establecido en las normas legales y administrativas en cada uno de los niveles de gobierno.

Ahora bien, el 23 de marzo de 2013 fueron publicados los Lineamientos Generales de Control Interno de la Administración Pública del Estado de Morelos (Gobierno del Estado Libre y Soberano de Morelos, 2013), mismos que pueden servir de guía para la implementación del control interno en los diferentes entes de gobierno del estado y municipios, ya que el sistema de control interno municipal se estructura con base en dichos lineamientos. Para la implementación y actualización del control interno municipal y sus organismos paramunicipales y entidades de la administración municipal se observan los

siguientes elementos del sistema de control interno: ambiente de control, administración de riesgos, actividades de control, información y comunicación, supervisión y mejora continua.

Como puede observarse la tendencia es fomentar la prevención y esto se puede lograr estableciendo el control interno adecuado a los entes gubernamentales, complementando su adecuación por medio del monitoreo y las recomendaciones que surgen en la aplicación del sistema de control interno al realizar las actividades marcadas en los elementos que lo integran. Al ser considerados estos documentos dinámicos requieren revisión y actualización constante, de lo contrario van perdiendo utilidad. Los organismos oficiales en la materia los definen como:

Código de Ética: Documento compuesto por una serie de valores, principios, reglas generales de conducta y prohibiciones éticas para lograr un cambio en la actitud de los servidores públicos en el desempeño de sus funciones, a fin de que se traduzca en una mayor disposición y vocación de servicio, exhortándolos a respetar las normas legales, así como conducir su actuación en un sentido recto, reconociendo los principios constitucionales, institucionales, valores y las reglas de integridad. Lo cual inducirá a los servidores públicos a ser conscientes de la responsabilidad de la gestión de los recursos, instrumentos y la formación institucional para servir a la sociedad. (SNA, 2018).

Código de Conducta: Documento que contiene la forma en que deberán aplicar los valores, principios y reglas de integridad contenidos en el Código de Ética los servidores públicos en el desempeño de sus funciones o comisiones, para el correcto, honorable e integro desempeño de sus cargos. (SFP, 2020). Lo cual inducirá a los servidores públicos a actuar de conformidad con un espíritu de servicio y bajo principios constitucionales e institucionales.

Del análisis efectuado al marco legal destacan las siguientes características:

- Los Códigos de Ética y Conducta son de tipo normativo, obligatorio y ético para los servidores públicos.
- Comprende un marco de reglas para controlar la conducta de los servidores públicos.
- Determina el impacto de las actividades y acciones de la Gestión Pública Municipal en la sociedad.
- Permite fortalecer una gestión pública ética, responsable y cónsona con los valores y principios del Municipio.
- Su incumplimiento conduce a sanciones conforme a los estatutos normativos y legales aplicables.
- Hacer del conocimiento a los servidores públicos respecto a la importancia del Código de Ética a través de los distintos medios autorizados, los exhortará a dar cumplimiento a lo establecido.
- Estimular la responsabilidad social que tiene la Administración Pública Municipal

con la sociedad. (SNA, 2018).

La importancia de contar con estos documentos como parte del sistema de control interno radica en que regulan la parte fundamental que son los recursos humanos, fomentando el desempeño ético, responsable, comprometido y respetuoso de las leyes. Todo esto indispensable para lograr la eficiencia administrativa municipal.

Una vez detectada la necesidad de contar con dichas herramientas normativas, es posible visualizar las repercusiones que tiene en las administraciones la falta de estos códigos, como podría ser: la deficiencia en el servicio a la población, el desconocimiento de procedimientos, las fallas en la administración, la tardanza en la respuesta a las necesidades de servicios públicos a la ciudadanía, las sanciones a servidores públicos, deficiencia en los recursos necesarios para cubrir las obligaciones de los municipios, demandas de trabajadores que generan cuantiosos pagos por laudos, municipios endeudados, dependencia económica de las participaciones, por mencionar algunos.

De lo anterior se deriva la importancia de contar con los Códigos de Ética y Conducta en una administración municipal, así como el proceso de generación, actualización, aprobación, publicación, difusión, implementación, monitoreo y sanción de estos.

3 | METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este material fue necesario:

- Conocer el estado en que se encuentran los municipios respecto al cumplimiento, instrumentación y aplicación de las diferentes herramientas de control interno propias de su actividad.
- Estudiar, analizar y aplicar el marco normativo que rige el control interno en el municipio.
- Observar, investigar y conocer la cultura organizacional en el municipio objeto de estudio, para lo cual se realizó la aplicación de cuestionarios al personal.

De la información obtenida en el municipio, más la investigación documental realizada respecto al contenido y la estructura de estos códigos, se procedió a su elaboración. Una vez estructurados se realizó una reunión de trabajo con los funcionarios para su revisión, destacando la participación del departamento Jurídico, Contraloría y el titular de Transparencia, culminando con modificaciones al documento propuesto. Se sometió a una nueva revisión con los funcionarios y autoridades interesadas para la aprobación del contenido por parte del Ayuntamiento mediante reunión de cabildo. Posteriormente, se propuso continuar con el procedimiento de revisión por parte de la Comisión de Mejora Regulatoria del Congreso del Estado, para la publicación en el Periódico Oficial del Estado de Morelos “Tierra y libertad” y la constitución del Comité de Ética y Conducta Municipal.

La siguiente etapa del proceso es la difusión, capacitación e implementación de

las partes involucradas, como son: el personal, los mandos medios, la administración, el Órgano Interno de Control y el comité. Si las administraciones municipales se ocupan de realizar este proceso, podría ser el detonante en la mejora de los resultados administrativos de acuerdo con el plan municipal.

Al generar la propuesta se observó la necesidad de elaborar el reglamento correspondiente y con ello destacar la intervención del Órgano Interno de Control, ya que los códigos por sí solos no representan utilidad, puesto que, para que funcionen se requiere la participación del Órgano Interno de Control, que vigilará la aplicación correcta del Código de Ética y del Comité de Ética y Conducta, que se encargará del análisis de los casos y la determinación de medidas de prevención o en su caso, la sanción correspondiente y, la función del reglamento es regular el actuar de las partes.

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Municipio constituye una persona jurídica de Derecho Público tal como lo establece el Artículo 115 Constitucional. En este sentido debe regular la formación, facultades, obligaciones y organización administrativa. Dichas disposiciones se establecen en las Leyes Orgánicas Municipales y/o en los lineamientos que rigen la Administración Municipal que cada legislatura deberá emitir de acuerdo con lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y por la Constitución del Estado, emitida por el Congreso Estatal. Asimismo, la facultad reglamentaria se entiende como la posibilidad que tienen los Ayuntamientos de traducir las leyes federales y estatales en medidas administrativas adecuadas al municipio (INAFED, 2020).

En este sentido los Ayuntamientos tendrán la facultad de crear las normas jurídicas necesarias, realizar adiciones o modificaciones convenientes, que sean efectivas en su aplicación, bienestar social y el Estado de Derecho, dando cumplimiento a los principios constitucionales.

Del análisis anterior se concluye que los municipios están facultados para elaborar su normatividad, entre ellos los códigos de ética y conducta, respetando la jerarquía de leyes como se muestra en la figura 1.



Figura 1 Bases jurídicas de en la Reglamentación Municipal.
Elaboración propia con datos tomados de <https://www.gob.mx/>.

Con base en la información obtenida se realizó la propuesta de una **Guía de Control Interno en la Administración Pública Municipal del Estado de Morelos** con la intención de apoyar el desarrollo de la gestión de las autoridades municipales, que aborda los siguientes puntos:

Introducción.

I. Objetivo.

II. Alcance.

III. Definiciones.

IV. Lineamientos.

V. Control Interno Municipal.

VI. Normas de Control Interno.

VII. Herramientas de Control Interno Municipal.

VIII. Sistema de Control Interno.

IX. Importancia y ventajas de establecer un Control Interno.

5 I CONCLUSIONES

Los Códigos de Ética y Conducta son documentos indispensables en todos los entes

gubernamentales. En estos tiempos difíciles donde impera la desconfianza, la vulnerabilidad de las organizaciones y el descontento de los gobernados se busca encontrar solución a esta problemática. Por esta razón, las organizaciones internacionales emiten recomendaciones y, de alguna forma, proporcionan soluciones y vigilan que los países acaten los acuerdos internacionales emitiendo las leyes necesarias para disminuir la inseguridad y los altos índices de corrupción.

México debe dar cumplimiento a estos compromisos realizando las adecuaciones necesarias en materia legislativa, con la emisión de nuevas leyes o modificaciones a las existentes. Los estados, de igual manera, generan sus adecuaciones a las leyes y emiten las que se requieran. Sin embargo, ¿qué están haciendo las administraciones municipales?, es importante que trabajen en su control interno y se involucren en estos cambios incluyéndolos en sus lineamientos.

El trabajo es de todos, si todos hacemos lo que nos corresponde pronto empezará a notarse el cambio, si el trabajo se hace de manera parcial nunca se obtendrán los resultados esperados. El reto es que las administraciones municipales se comprometan y estructuren su sistema de control interno, que se opere respetando la normatividad y que se realice un monitoreo continuo, actualizando y adecuando los controles cuando sea necesario.

Los Códigos de Ética y de Conducta por su contenido, regulan el actuar de los servidores públicos, lo que es indispensable para generar confianza en las autoridades. El trabajo basado en el respeto de las leyes, normas y estatutos complementado con valores, principios y reglas de integridad es sinónimo de confianza.

Si los municipios como el nivel de gobierno más cercano a la población trabajaran aplicando y respetando estos valores y principios por consecuencia gestaran un cambio en el comportamiento, no solo en las instituciones municipales si no en la ciudadanía en general.

REFERENCIAS

Asociación de Academias de la Lengua Española. (2020). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/confianza?m=form>.

Gobierno del Estado Libre y Soberano de Morelos. (20 de Marzo de 2013). **Acuerdo por el que se Establecen los Lineamientos Generales de Control Interno de la Administración Pública del Estado de Morelos**. Morelos, México: 5076 "Tierra y Libertad". Obtenido de Marco jurídico Morelos: http://www.marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/acuerdos_estatales/pdf/Acu-ControlAdmonPub-5076.pdf.

H. Congreso de la Unión. (11 de Marzo de 2021). **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** Última Reforma. Mexico, CD Mexico, Mexico: DOF.

INAFED. (2020). *Guía para el Buen Gobierno Municipal*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/381097/Tomo_2_Guia_para_el_Buen_Gobierno_Municipal.pdf.

SFP. (28 de Diciembre de 2020). Secretaría de la Función Pública. **Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos Generales para la integración y funcionamiento de los Comités de Ética.** México, Ciudad de México, México: DOF.

SNA. (12 de Octubre de 2018). Comité Coordinador del Sistema Nacional Anticorrupción. **Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la emisión del Código de Ética.** México, CD de México, México: DOF.

LAS TICS Y SU RELACIÓN CON LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Data de aceite: 01/05/2022

Data de submissão: 04/06/2022

Carlos Ernesto Gavilondo Rodríguez.

Keiser University.

Florida – USA.

<http://orcid.org/0000-0002-6444-7536>

Angiemarie Rivera.

Keiser University.

Florida – USA.

<http://orcid.org/0000-0002-0078-279X>

Exi Resto de León

Keiser University.

Florida – USA.

RESUMEN: La propuesta exhibe el diseño formulado para llevar a cabo la investigación. Se enumeran el conjunto de etapas y actividades que permiten planificar y ejecutar una investigación enmarcados en el paradigma cuantitativo. El problema de la investigación se expone con el objetivo de poder medir y evaluar el nivel de comprensión y/o aprendizaje de una materia teórica, de la malla curricular de la formación del Comunicador Social, a partir de la introducción de componentes prácticos. Se evidencia el proceso de selección de la población, la muestra y las unidades de análisis. Se adopta un diseño cuantitativo no experimental y el empleo del software SPSS para el análisis de datos cuantitativos.

PALABRAS CLAVES: *Métodos, comportamiento,*

enfoque cuantitativo, aprendizaje, video.

ICTS AND THEIR RELATIONSHIP WITH TEACHING-LEARNING PROCESSES

ABSTRACT: The proposal exhibits the design formulated to carry out the investigation. The set of stages and activities that allow planning and executing an investigation framed in the quantitative paradigm are listed. The research problem is exposed with the objective of being able to measure and evaluate the level of understanding and / or learning of a theoretical subject, of the curricular mesh of the Social Communicator training, from the introduction of practical components. The process of selecting the population, the sample and the units of analysis is evidenced. A non-experimental quantitative design is adopted and the use of SPSS software for the analysis of quantitative data.

KEYWORDS: *Methods, behavior, quantitative approach, learning, video.*

1 | INTRODUCCIÓN

La situación problemática que se aborda en este acápite se construye con la intención de poder medir y/o evaluar el nivel de comprensión y/o aprendizaje de una materia teórica, de la malla curricular de la formación del Comunicador Social, a partir de la introducción de componentes prácticos. Se defiende, en el proyecto, la percepción de que no son pocos los investigadores que piensan que la diferencia

entre la utilización del paradigma cuantitativo y/o cualitativo depende, totalmente, de la naturaleza de la actividad profesional de quien investiga. Desde nuestra percepción las características fundamentales del método científico, que se escoja o asuma, son la validez y la confiabilidad más allá de si se apoya en el paradigma cuantitativo o cualitativo. En ese sentido Torres afirma que:

Menos acertado aún es el criterio de que lo determinante es el empleo de la estadística; en ese sentido, debiera recordarse que esta no es sólo inferencial sino también descriptiva y que en todo proceso investigativo hay, cuando menos, conteo y clasificación de objetos y fenómenos, que es ya hacer estadística. (2016, p. 3).

Siguiendo la línea investigativa se encuentra a Azuero cuando testifica que:

La metodología cuantitativa no se centra en explorar, describir o explicar, un único fenómeno, sino que busca realizar inferencias a partir de una muestra hacia una población, evaluando para ello la relación existente entre aspectos o variables de las observaciones de dicha muestra. (2019, p. 115).

Esta situación se estableció para alcanzar el camino metodológico correcto e idóneo en una aproximación a la medición y/o evaluación del nivel de comprensión y/o aprendizaje de una materia teórica, de la malla curricular de la formación del Comunicador Social, a partir de la introducción de componentes prácticos. Se llevó a cabo el estudio en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, Ecuador. Por ello el objetivo se orientó a medir y/o evaluar el nivel de comprensión y/o aprendizaje de una materia teórica, de la malla curricular de la formación del Comunicador Social, a partir de la introducción de componentes prácticos. Se intercaló el componente práctico en la materia en tanto se comparte el criterio generalizado de que las TICS tienen un efecto directo y cobran cada vez mayor importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se estudiaron varios autores, unos a modo referencial y otros como estudio bibliográfico pero que, de igual manera, aportaron a la investigación. Desde la academia, y en el orden teórico, el acercamiento principal para el desarrollo de la propuesta se estableció tomando, como referentes, a los investigadores Leonela Yajaira, Eudaldo Espinoza y Sotil Mayon de la Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

2 I PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

El propósito de la investigación se declaró a partir de la elaboración de una pregunta científica. Se delimitaron dos hipótesis, una nula y otra de trabajo. El objetivo se orientó a medir y/o evaluar el nivel de comprensión y/o aprendizaje de una materia teórica, de la malla curricular de la formación del Comunicador Social, a partir de la introducción de componentes prácticos.

Previo al planteamiento y diseño de la pregunta de investigación que ayudó en este andar se expone que, revisando literatura científica, se encontró que, “si no hubo pregunta,

no puede haber conocimiento científico. Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye” (Zapata, 2005, p. 42). De ahí que se planteara la siguiente interrogante de investigación: ¿qué relación existe entre la introducción de un componente práctico dentro de la malla curricular de una materia teórica y los niveles de comprensión y/o aprendizaje de la misma?. De igual manera para el planteamiento de la (s) hipótesis necesarias para el estudio se partió de la concepción que “las hipótesis vienen expresadas en forma de proposiciones en las que se afirman la existencia o inexistencia de asociación, es recomendable que se encuentren relacionadas con los objetivos de la investigación y sean lo más concretas y precisas posibles” (Inche et al., 2018, p. 25). Siempre que se quiera llegar a una conclusión acerca de un experimento, el investigador debe establecer dos hipótesis, la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula (H_0) se refiere a la afirmación contraria a la que ha llegado el investigador. Es la hipótesis que el investigador pretende rechazar. Si tiene la evidencia suficiente para ello, podrá probar que lo contrario es cierto. Por lo tanto, la hipótesis alternativa (H_1) es la conclusión a la que el investigador ha llegado a través de su investigación.

Con estos referentes teóricos se exponen las hipótesis de la siguiente manera:

H0- Con la introducción del video, como parte de la materia teorías de la comunicación, no habrá ninguna diferencia en los niveles de comprensión (aprendizaje) de la materia.

H1- La introducción del video, como parte de la materia teorías de la comunicación, contribuye a elevar los niveles de comprensión (aprendizaje) de la materia. Este es un tipo de hipótesis correlacional en tanto, mediante ella, se puede observar cómo se comportan las variables objeto de estudio.

El nivel alfa para la significancia estadística se estableció con un valor igual a 0,05.

3 | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Teniendo como indicio que se adopta la matriz cuantitativa de tipo exploratoria descriptiva y que se define que no se está ante un experimento ni ante el llamado cuasi experimento se asumió la encuesta como medio para recolectar la información. Se acota que estamos en presencia de la modalidad no experimental.

Se expone lo anterior apoyados, de igual manera, en Marshall y Rossman (como se citó en Inche et.al, 2018) cuando afirman que un estudio puede comenzar siendo exploratorio para posteriormente proceder a la descripción, explicación, predicción y/o evaluación. Se consideró que la modalidad más acertada, dentro de la encuesta, es la entrevista personal. Esta se aplicó por separado a cada individuo seleccionado en la muestra. En este sentido se siguió a Inche et.al, cuando afirman que “es el entrevistador quien formula las preguntas y quien anota las respuestas en el cuestionario” (2018, p. 29). Con esta estrategia se recaba la información, de manera oral y/o escrita, desde una muestra de sujetos preseleccionados pues, al decir de Jean Pierre Pourtois y Huguette Desmet, (como se citó en Inche et.al,

2018) este es un instrumento de obtención de información, basado en la observación y el análisis de respuestas a una serie de preguntas.

4 | AMENAZAS/LIMITACIONES: UNA VALORACIÓN.

El problema de la investigación que se planteó es abordado mediante un estudio exploratorio descriptivo. Los datos fueron acopiados y examinados de forma cuantitativa, dadas las características y los objetivos del problema a investigar. La muestra correspondió a treinta participantes a los cuales se les aplicó una encuesta.

Para el estudio, las amenazas y limitaciones se conceptualizaron como las barreras o limitaciones que pueden existir en el entorno poblacional observado y dentro de los docentes de la citada universidad en tanto, no todos comparten el criterio de la introducción de componentes prácticos en la materia. Muchos docentes están acomodados a su modalidad de impartir la cátedra y, por ende, se resisten al cambio. Como fortalezas y/o oportunidades se concibieron los factores que benefician para contrarrestar las debilidades y amenazas, generando condiciones óptimas y ventajosas para el desarrollo de la propuesta planteada. Entre estos factores se identificó dotar a los docentes de los conocimientos necesarios para poder concebir y realizar una obra audiovisual que responda al proceso de enseñanza de la materia. Como el objetivo de la investigación apuntó a posibles ajustes en la malla curricular de la carrera de Comunicación Social todos los datos obtenidos fueron procesados luego de su categorización teniendo en cuenta las variables del estudio.

Un aspecto que pudiera, desde alguna percepción académica/investigativa, parecer una limitación metodológica es el referido al tamaño de la muestra seleccionada para este estudio. El número de unidades de análisis que se utilizó en el estudio se determinó por el tipo de problema de investigación presentado.

5 | MUESTREO

El documento académico que se exhibe describe el proceso de selección de la población tomada en cuenta como parte de un estudio que se orientó hacia el análisis de cuánto incide, en la comprensión y/o aprendizaje de una materia teórica, la inserción de componentes prácticos que no están concebidos dentro de la malla curricular en la carrera de Comunicación Social de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Se partió de la conceptualización del término población con el cual se trabajó. Existen diferentes definiciones del vocablo aplicado a la investigación. En ese sentido McClave, Benson y Sincich (como se citó en Robles, 2019) afirman que “una población es un conjunto de unidades usualmente personas, objetos, transacciones o eventos que estamos interesados en estudiar”. De igual manera la autora cita a Lind, Marchal y Wathen (2008) cuando exponen que “la población es un conjunto de individuos u objetos de interés o medidas obtenidas a partir de todos los individuos u objetos de interés”. Luego de este preámbulo

teórico nos apropiamos, entonces, de la definición del término indicada por Robles cuando alega que una población, en investigación, es “el conjunto total de elementos de interés” (2019, p. 245). Basados en el referente anterior se explicó la población exponiendo que el estudio se realiza con estudiantes de cuarto año de la carrera de Comunicación Social de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, Ecuador. El conjunto poblacional para tener en cuenta es de treinta estudiantes, de ambos sexos y comprendidos entre los veinte y veinte y cinco años.

6 | EL MUESTREO: CONCEPTUALIZACIÓN Y SELECCIÓN

Se partió desde la concepción que se trabajó un diseño cuantitativo de tipo no experimental/longitudinal donde las variables no se manipulan deliberadamente y se estudia cómo evolucionan y/o su relación entre ellas en el transcurso del tiempo. Cuando se refiere a muestra “la determinación del tamaño muestral en una investigación es de vital importancia, tanto para caracterizar la distribución de la variable, como para fijar el grado de precisión del estudio” (Valdivieso et ál., 2019, p. 2). Se justificó esta tipología de estudio en tanto los participantes fueron observados en un intervalo de tiempo.

El intervalo escogido se correspondió con un semestre de clases lectivas que abarca un período de cuatro meses. El tipo de muestro se estableció como no probabilístico / casual. No probabilístico porque la elección de los elementos muestrales dependió de las características de la investigación y casual porque se trabajó con los elementos que se ofrecieron voluntariamente o que se encontraron de manera fortuita. El tamaño de la muestra fue de treinta estudiantes de la carrera de Comunicación Social de la Universidad Salesiana. De ellos 11 varones y 19 hembras. Se decidió este tamaño muestral apoyados en un estudio realizado por Fernández donde definió que no se debe estudiar un número innecesario de personas en tanto “esto lleva implícito no solo la pérdida de tiempo e incremento de recursos innecesarios, sino que además la calidad del estudio, dado dicho incremento, puede verse afectada en sentido negativo” (2018, p. 1).

7 | LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

Al decir de Castro una unidad de análisis o unidad muestral, como también se le conoce, “es el objeto con la característica de interés que será observado o que será medido, pueden ser personas, cortes histológicos, crecimiento de colonias, entre otros” (2019, p. 52). Las unidades de análisis la conformaron jóvenes estudiantes en edades comprendidas entre los veinte y veinte y cinco años, de la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

8 | VARIABLES

En este acápite se esclarecen las variables determinadas para llevar a cabo el

proceso investigativo. Se define y conceptualiza su tipología y el por qué de su elección. Determinar correctamente las variables permite, entonces, caracterizar el fenómeno estudiado. En este caso los niveles de comprensión de una materia de la malla curricular de la carrera de Comunicación Social de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. El estudio se realizó con estudiantes de cuarto año y se suscribió en la introducción de un componente práctico como parte de una materia considerada teórica.

Referido a conceptualización y operacionalización de variables existen muchos autores con resultados innovadores. Conceptualizando el término variable Betacur (como se citó en Abreu, 2012) afirma que una variable es una característica que se puede someter a medición, es una propiedad o un atributo que puede presentarse en ciertos objetos o fenómenos de estudio, así como también con mayor o menor nivel de presencia en los mismos y con potencialidades de medición. Por las dimensiones del estudio se asumió esta definición del término para llevar a cabo la investigación.

En correspondencia con ese paradigma se definió como la variable del estudio lo relacionado con el aprendizaje alcanzado. Tres aspectos fundamentales, al decir de muchos investigadores, inciden en el aprendizaje. Estos son: escuela, comunidad y hogar-familia. En ese sentido Elacqua y Gerstenfeld (como se citó en Cornejo y Redondo, 2017) afirman que existe consenso entre los especialistas de la eficacia escolar acerca de la naturaleza de estas variables asociadas al rendimiento escolar. Estas han sido catalogadas como variables de la escuela y variables de origen de los estudiantes, las que se han clasificados a su vez en variables de la comunidad de origen y variables del hogar de origen. De esta manera la variable aprendizaje alcanzado se constituyó en la variable dependiente y se enmarcó, en su denominación, como de escala y continua. Continua en tanto puede adoptar cualquier valor en el marco de un determinado intervalo. En este caso intervalo de tiempo en tanto se estudió por un período lectivo de cuatro meses. “Las variables dependientes pueden identificarse como los elementos, fenómenos o situaciones que son explicadas en función de otros elementos” (Abreu, 2012, p. 124).

Como variables cuantitativas ordinales se determinaron, para el estudio, a las variables conocimiento previo, producción de video y sexo. Observando los niveles de variación en cada una de estas variables independientes se pudo, entonces, arribar a resultados efectivos ante el estudio de la variable dependiente. Por su parte la variable sexo, por ser cualitativa, se denominó como categórica binaria en tanto representó dos valores: hombre o mujer. Para la muestra masculina se dispuso el número 1 y para la femenina el número 2.

Para la selección muestral se partió del concepto que se trabajó un diseño cuantitativo de tipo no experimental donde las variables no se manipulan deliberadamente y se estudia cómo evolucionan y/o su relación entre ellas en el transcurso del tiempo. “La determinación del tamaño muestral en una investigación es de vital importancia, tanto para caracterizar la distribución de la variable, como para fijar el grado de precisión del estudio” (Valdivieso

9 | ANÁLISIS DE DATOS.

Para el análisis de los datos, desde la estadística, se realizó la prueba **t** para muestras independientes para lograr comparar conocimiento previo por sexo y producción del video por sexo. Se calculó, además, la correlación entre conocimiento previo y producción del video y se realizó la regresión lineal. Para el estudio se definió una variable dependiente y tres variables independientes. La variable aprendizaje alcanzado se constituyó en la variable dependiente y se enmarcó, en su denominación, como de escala y continua. Como variables cuantitativas ordinales se determinaron, para el estudio, a las variables conocimiento previo, producción de video y sexo.

10 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Como se esbozó anteriormente se plantearon, para emprender el estudio, dos hipótesis, es decir, una hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa o del investigador (H_1).

El nivel alfa, para la significancia estadística, se estableció con un valor igual a **0,05**. Cabe señalar que, como la muestra seleccionada para la investigación fue menor a **50**, o sea, son **30** estudiantes se tomó como referente para la prueba de normalidad la prueba de **Shapiro-Wilk**. Para la validación de los resultados, desde la estadística, se realiza la prueba **t** para muestras independientes para lograr comparar conocimiento previo por sexo y producción del video por sexo. Se calculó, además, la correlación entre conocimiento previo y producción del video y se realizó la regresión lineal. A continuación, se describe cada una de las técnicas estadísticas realizadas.

Con la prueba **t** se buscó comprobar si existían diferencias significativas, teniendo como referente al sexo, en cuanto a conocimiento previo y producción de video. Se determinó incluir en el **grupo 1** a los hombres y en el **grupo 2** a las mujeres. De esta prueba se derivó lo siguiente:

- En el caso de la prueba **t** para la variable conocimiento previo se observó que en el valor de las medias (% de la escala motivacional) existe una diferencia que pudiera considerarse no muy significativa, pero existe. Al observar, entonces, el valor **P Sig. (bilateral)** se evidenció que el valor, para los dos grupos, es mayor a **0.05** por lo que la diferencia se consideró y ratificó como no significativa. Como la diferencia no es significativa se pudo afirmar que la media del total de la escala de motivación para el estudio es igual entre hombres y mujeres.

- En el caso de la prueba **t** para la variable producción de video se observa que en el valor de las medias (% de la escala motivacional) existe una diferencia que pudiera considerarse no muy significativa, pero existe. Al observar, entonces, el valor **P Sig.**

(bilateral) se evidencia de igual manera que el valor, para los dos grupos, es mayor a **0.05** por lo que la diferencia se considera no significativa. Como la diferencia no es significativa se puede afirmar, igualmente, que la media del total de la escala de motivación para el estudio es igual entre hombres y mujeres.

Valorando si es posible realizar un modelo de regresión lineal entre las variables conocimiento previo y producción de video se observó que cuando se valoró el **ANOVA** fue evidente un **P** valor menor a **0.05** por lo que sí es posible realizar un modelo de regresión lineal para estas dos variables analizadas.

Referido a la correlación existente entre las variables conocimiento previo y producción del video se observó que el valor es de **0.538** lo que indicó que es una correlación alta porque está por encima de **.50**. El nivel de significancia fue de **.002** el que, de igual manera, es menor a **.005**. De esto pudo deducirse que si se repitiera este estudio correlacional obteniendo muestra de la misma población de donde se sacó esta muestra para el estudio los resultados de correlación se mantendrían consistentes en un alto grado y la probabilidad de que cambiaran sería en un % mínimo. En este sentido se puede concluir que es una relación positiva directa en tanto las dos variables se mueven en el mismo sentido.

Todo lo realizado desde lo teórico, lo académico, lo empírico y lo práctico dieron al traste con los resultados esperados. El rechazo de la hipótesis nula abrió nuevos horizontes a nuestras inquietudes en tanto se pudo trabajar con la hipótesis planteada por el investigador. Los resultados obtenidos dieron respuesta positiva a la pregunta de investigación planteada. Como ya se enunció quizá se pudiera valorar a la muestra como no representativa para el estudio, pero se utilizó la que se consideró útil para la investigación.

CONCLUSIONES

El problema de la investigación debe, siempre, ser determinado explícitamente por medio de preguntas concretas y enunciadas en términos claros y puntuales. Este esbozo debe estar en paralelo, y en consonancia, con los conocimientos probados por las teorías científicas que se aborden referidas al tema. Los conceptos y definiciones incluidos en el planteamiento deben ser factibles de identificación y reconocimiento en proyectos o teorías científicas relacionadas con la disciplina. La revaloración personal realizada, a partir de la investigación propuesta, evidencia la importancia y pertinencia de la estadística cuando utilizamos el paradigma cuantitativo. Los análisis estadísticos ayudan a comprender y enfrentar diferentes problemáticas de índoles social en tanto, la búsqueda y análisis de datos, tienen una intencionalidad marcada, un propósito y una utilidad. La propuesta expuso conceptos para la comprensión de los procedimientos estadísticos a realizarse en la selección y organización del muestreo cualquiera que sea la tipología seleccionada por el investigador. Todo investigador debe conocer su población, la cual será objeto

de estudio. Debe delimitar, con exactitud, las técnicas cardinales de muestreo. De esta manera disminuyen los márgenes de errores los cuales pueden funcionar en detrimento de la validez de la investigación. Realizar una correcta elección de las variables, su tipología y la unidad de análisis otorga al estudio fundamentaciones lógicas para obtener resultados satisfactorios. A nuestro juicio, cualquier estudio que se realice por y para entender los niveles de variación del aprendizaje en los estudiantes debe fortalecerse desde la determinación, entre otros aspectos necesarios, de las variables. Aunque muchos estudios, incluido este, valoran y estudian el proceso desde el estudiante se debe comprender que el maestro es el mediador que facilita los intercambios de significado en las comunidades educativas.

REFERENCIAS

- Abreu, J. (2012). Constructos, Variables, Dimensiones, Indicadores & Congruencia. *International Journal of Good Conscience*, 7(3), 123-130.
- Avello, R., Rodríguez, M. (2019). ¿Por qué enunciar las limitaciones del estudio? *Medisur*, 17(1). Consultado el 7 de agosto de 2021.
- Azuero, A. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. *KOINONIA*, 4(8), 110-127.
- Castro, M. (2019). Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. *Revista médica clínica Las Condes*, 30(1), 50-65. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.12.002>
- Cornejo, R., y Redondo, J. (2017). Variables y factores asociados al aprendizaje escolar. Una discusión desde la investigación actual. *Estudios Pedagógicos*, 33(2), 155-175. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052007000200009>
- Fernández, P. (2018). *Determinación del tamaño muestral*. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo en A. Coruña. <http://www.fisterra.com>
- Fonseca, E. (2019). *Actualización de la malla curricular 2016 de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de Matemática y Física*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20003/1/T-UC-0010-FIL-642.pdf>
- Inche M., Andía, J., Huamanchumo, Y., López H., Vizcarra M. y Flores, C. (2018). Paradigma cuantitativo: un enfoque empírico y analítico. *Industrial Data*, 6(1), 23-37.
- Rivadeneira, E. (2017). Lineamientos teóricos y metodológicos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales. *In Crescendo*, 8(1): 121-127.
- Robles, B. (2019). Población y muestra. *Pueblo Continente*, 30(1), 245-246. <http://doi.org/10.22497/PuebloCont.301.30121>
- Torres, P. (2016). Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. *Atenas*, 2(34), 1-15.
- Valdivieso, E., Castellón, R. y Álvaro, O. (2017). *Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árboles de decisión*. Universidad Privada Boliviana. <https://www.researchgate.net/publication/313707071>.
- Zapata, O. (2005). Cómo encontrar un tema y construir un problema de investigación. *Innovación Educativa* 5(29), 37-45.

CAPÍTULO 6

DESARROLLANDO COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE: FORMACIÓN DEL PROFESOR 2.0

Data de aceite: 01/05/2022

María Alejandra Sarmiento Bojórquez

Licenciada en Informática egresada del Instituto Tecnológico de Campeche, con Maestría en Ciencias de la Educación del Instituto de Estudios Universitarios del Estado de Campeche
Universidad Autónoma de Campeche
México

Mayte Cadena González

Licenciada en arquitectura egresada del Instituto Tecnológico de Campeche, con Maestría en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Campeche.
Universidad Autónoma de Campeche
México

Juan Fernando Casanova Rosado

Cirujano dentista egresado de la Universidad Autónoma de Campeche, con especialidad de Ortodoncia por la Universidad Autónoma de México; con Maestría en Ciencias Odontológicas por la Universidad Autónoma de Campeche
Universidad Autónoma de Campeche
México

RESUMEN: El profesor inmerso en la educación actual requiere desarrollar competencias digitales para lograr una mejor interacción con sus alumnos en los procesos de formación, por lo que la capacitación docente actual debe ir orientada a innovar, experimentar TIC y reflexionar sobre su uso. En este trabajo se expone una alternativa de capacitación al diseñar un curso de herramientas

Web 2.0 que cubre las necesidades básicas para formar profesores 2.0, desarrollar competencias digitales que les permitan explotar recursos gratuitos que ofrece Internet, con la finalidad de integrar lo aprendido a su práctica docente. El contenido temático se concibe basándose en un cuestionario de 29 ítems administrado a 42 profesores de la Universidad Autónoma de Campeche. Como resultados se observó que el 100% de la muestra afirma que es necesario conocer herramientas Web 2.0 en el desempeño de sus clases, el 90.2% creen que deben tener una actualización continua y un dato importante es que el 61% dijo no conocer los todos servicios y aplicaciones gratis que hay en Internet para mejorar su práctica docente, por lo que planeamos los contenidos del curso con fin de optimizar los aprendizajes de los estudiantes y de alcanzar una mejora cualitativa en las estrategias de enseñanza.

PALABRAS CLAVE: Web 2.0, Competencia digital, TIC.

DEVELOPING DIGITAL COMPETENCIES TEACHERS IN THE UNIVERSITY: TEACHER TRAINING 2.0

ABSTRACT: Teacher training should be oriented to the innovation, experimentation and use of ICT, encouraging the acquisition of different digital skills that enable the didactic use of Web 2.0 tools, becoming a learning resource within the classroom re enforcing the teaching-learning process. Designing a course in Web 2.0 tools is an opportunity to train 2.0 teachers to perform new tasks and put into play various skills to meet the needs of students in the current technological

context and provide teachers with knowledge that allows them to exploit free resources and services offered by the Internet, in order to integrate what has been learned into their teaching practice. The thematic content is conceived based on a study, where a questionnaire of 29 items administered to the professors of the high school and higher education of the UAC was applied. Due to the results and observing that 100% thinks that it is necessary to know Web 2.0 tools in the performance of their classes and that they must have continuous updates, we planned the contents of the course where they will develop the necessary competences to achieve a suitable integration of ICT, in order to optimize the learning of students and achieve a qualitative improvement in teaching strategies.

KEYWORDS: Web 2.0, E-skills, ICT.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad podemos considerar puntualmente el uso desmedido, que hacen los jóvenes de la red, para socializar y como entretenimiento lo cual repercute mucho en su educación, distrayéndose de sus actividades escolares, al implementar este tipo de cursos en los docentes se propone revertir este tipo de situaciones, enseñando a nuestros alumnos a utilizar la red con fines educativos, haciendo que desarrollen el pensamiento crítico y reflexivo, así como el promover el trabajo colaborativo. Es un hecho que el avance tecnológico y científico no se detiene y por lo mismo, como docentes nos obliga a estar a la vanguardia en cuestiones no solo educativas sino también sociales, económicas y política, para poder ir preparando a las nuevas generaciones.

La vida del adolescente ha cambiado muchísimo no solo tiene que prepararse académicamente y sino también laboralmente, es decir, con las crisis económicas actuales, muchos estudiantes tienen que estudiar y trabajar al mismo tiempo, por lo cual la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) en México (Acuerdo Secretarial No. 442, 2008), propone una educación basada en competencias, buscando formar jóvenes críticos, reflexivos e innovadores, que interactúen en diversos contextos y contribuyan positivamente con el desarrollo de la sociedad. Al mismo tiempo se busca que el profesor tenga un perfil con el cual desarrolle ciertas competencias.

La introducción de la tecnología dentro de las teorías de enseñanza, definiendo la enseñanza como un proceso de desarrollo activo y constructivo (Shulman, L.) muestra el nuevo rol del maestro de una figura autoritaria y de transmisión del conocimiento a ser el facilitador para la construcción del conocimiento. El aprendizaje como “compromiso en la práctica social” (Wenger E, 1998) tiene implicaciones para estudiantes y profesores como formadores de comunidades que practican la tecnología.

Si se entiende la cultura como una tensión entre tradición e innovación, es tarea de la enseñanza optimizar la aplicación de los recursos tecnológicos para mejorar la calidad de su oferta y a la vez preguntarse acerca de la significatividad y las consecuencias de estos cambios. (Moreta, 1996).

Los jóvenes mexicanos del nivel bachillerato y superior, manejan y conviven a diario

con estas nuevas tecnologías, más de lo que nos imaginamos y forman parte de su vida cotidiana, es parte de sus vidas, el desarrollo de las mismas hacen que la tengan a su alcance en cualquier parte y a cualquier hora, ya sea en su casa, en el cyber, en el celular, en la tableta y en el Smartphone que es lo último entre ellos y cualquier adulto también. Están conectados de 10 a 14 horas al día, gracias a la telefonía celular con estos servicios. Son expertos en bajar música, videos, imágenes, investigar, comunicarse, etc. por medio de la red, haciendo un uso desmedido de las TIC repercutiendo en su educación.

En la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) el reto es poder guiarlos para que estas tecnologías se utilicen con fines educativos y se pueda revertir este tipo de situaciones, enseñando a nuestros alumnos a utilizar la red con estos fines, haciendo que desarrollen el pensamiento crítico y reflexivo, así como el promover el trabajo colaborativo. El docente debe aprender y lograr esto, conociendo herramientas que Internet nos ofrece y con las cuales podremos planear y realizar clases más interactivas, eficientes y motivantes, donde se logre un aprendizaje significativo basado en competencias y así nos apegamos al Marco Curricular Común de la RIEMS, desarrollando competencias digitales, favoreciendo su expresión y comunicación con pensamiento crítico y reflexivo, trabajando en forma colaborativa, aprendiendo de forma autónoma, valorándose a sí mismo, para participar con responsabilidad en la sociedad.

MARCO TEÓRICO

Las competencias digitales o e-skills, son un conjunto de conocimientos, capacidades, destrezas y habilidades, en conjunción con valores y actitudes, para la utilización estratégica de la información, y para alcanzar objetivos de conocimiento tácito y explícito, en contextos y con herramientas propias de las tecnologías digitales.

El EDC - TIC de la UNESCO (2013) detalla una serie de competencias digitales (estándares) propiamente dirigidos a profesores o futuros profesores, los cuales, dentro de una sociedad digitalizada, tienen la responsabilidad de ser guías y partícipes del proceso enseñanza - aprendizaje de los estudiantes, en torno a las nuevas tecnologías de la información y comunicación.

QUÉ ES WEB 2.0

Web 2.0. Es la participación activa del usuario es la clave de esta época que comienza en los primeros años del siglo XXI. debido a los avances en la programación, los usuarios dejan de ser pasivos y se convierten en diseñadores de contenido a través de los blogs y de plataformas como YouTube. Para por medio de grupos o comunidades compartir y generar conocimiento. (Maestros del Web, 2009).

Para hablar de la Web 2.0 se debe remontar a momentos históricos de lo que ha significado realmente el término a través de su origen. Nace aproximadamente hacia el

año 2004. Desde ese año, que se ha tomado como punto de partida, se ha dado una gran evolución en la WEB y en la cual se han tenido en cuenta diversas tecnologías que la soportan. Se habla de hojas de estilo, estándares, uso de lenguajes de construcción de páginas Web dinámicas, como el Ajax, el Javascript, Flash y otros, y lo más importante, el uso de redes sociales.

Las redes sociales se han convertido en un punto de partida en el manejo de diversos procesos. Uno de ellos es el sector de la educación. Un ejemplo del uso de una red social es Facebook, donde millones de usuarios, a través de la Web, interactúan compartiendo recursos y portales de licenciamiento gratis. También se pueden compartir aplicaciones de forma gratuita, como procesadores de texto, hojas de cálculo; lo cual permite tener una diversidad de documentos que sirven de consulta; también se puede compartir archivos. Es realmente el manejo de una tecnología, que se tenía hace poco en internet, de una forma integrada.

El uso de blogs, que realmente se asocia con una bitácora, permite la entrada de información organizada en forma cronológica en un sitio Web. Antes de lo que es la Web 2.0, se tenía la Web 1.0, que realmente se conocía como un conjunto de páginas estáticas, que no permitían la modificación de la información: actualización, inserción y eliminación de información. Después estas páginas tienen unos cambios donde se introducen los cambios que inciden directamente sobre ellas, a través de las operaciones descritas anteriormente, llamadas operaciones (eliminación, modificación y actualización). Esto es lo que se ha denominado Web 1,5, que es una transición entre la Web 1.0 y Web 2.0. Realmente son las páginas dinámicas desarrolladas en lenguajes como PHP, Perl, Python, .NET, etc., todo esto encadenado a una base de datos. Estas páginas tienen la connotación de producir cambios en la información en tiempo real. Así se da el paso a la Web 2.0 que se considera, más que una página Web, como una red social donde las personas fijan puntos de encuentro para la interacción y principalmente para compartir contenidos. (Lopez Santana, 2014)

Se dice que el precursor de estas redes sociales o de la Web 2.0 es Tim O'Reilly donde explicaba, en una conferencia, que el mundo se transformaba a través de las lluvias de ideas, para dar paso a nuevas expectativas de conocimientos de empresas. Puso como ejemplo el uso de Flickr, que es una red social o comunidad de usuarios donde se comparten imágenes de fotografías y de videos y que tienen unas reglas estrictas de uso y de condiciones para poder tener interacción entre ellos mismos.

¿QUÉ INCIDENCIAS TIENE EN LA EDUCACIÓN LA WEB 2.0?.

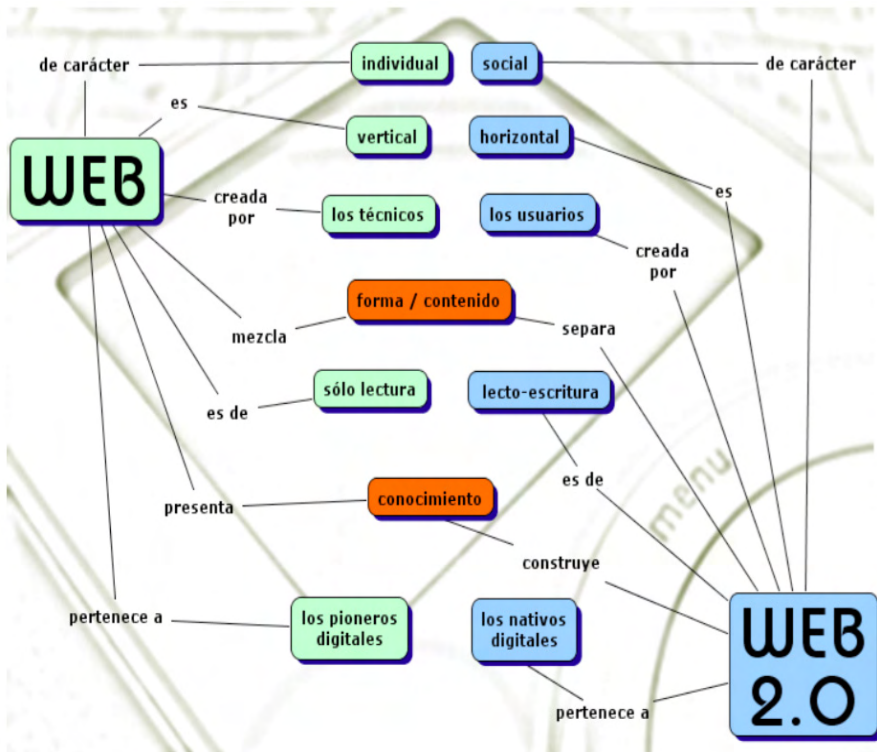


Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 1 Herrera Cornejo 2008

La Web 2.0 es un deja atrás el sistema unidireccional de la Web 1.0, en la cual únicamente los usuarios son receptores de información. La Web 2.0 permite que la interacción que se hace con un sistema de retransmisión de ideas o de información que puede ser compartidos bidireccionalmente por los usuarios. La tecnología desarrollada es tan sencilla que hasta los usuarios menos expertos pueden subir la información que deseen, compartirla para que otros la vean o la descarguen. El uso de Weblogs o blogs, que son formas estructuradas ordenadas por ítems de fechas donde los usuarios colocan la información, permiten su fácil uso y acceso. (Lopez Santana, 2014)

Permiten la documentación de la información a través de mensajes que puedan hacer para retroalimentar las ideas. También el uso de Podcast, que son como programas de sonido subidos en formato MP3, permite su fácil descarga y acceso a ellos. Aunque son un poco más difícil de usarlos que los blogs, también permiten que estos se puedan compartir con gran facilidad. Los Videocast permiten establecer formatos de videos fácilmente creados por los usuarios para que puedan ser subidos y compartidos por los usuarios. El uso de Wikis, que son espacios donde los usuarios permiten colocar contenidos o artículos. Además, los puede corregir y editarlos fácilmente para que puedan ser compartidos por otras comunidades de usuarios. Resumiendo, estas herramientas se pueden tener la

siguiente analogía:

- Para enterarse de los últimos cambios y novedades de sitios Web preferidos puede utilizar Feeds que son resúmenes de contenidos de una página Web determinada o RSS que son formatos que mantienen actualizados en información a los suscriptores a una red social.
- Si se quiere compartir archivos con imágenes o fotografías se puede utilizar flickr
- Para compartir archivos de sonido o de audio puede utilizar ODEO
- Para compartir videos utilizar YouTube
- Puede crear sitios Web de uso personal a través del uso de Weblogs o Blogs. Puede utilizar para ellos Blogger.
- Puede construir sitios colaborativos para subir texto creando Wikis. Puede utilizar la enciclopedia Wikipedia.

El uso de todas estas tecnologías permite que los usuarios puedan manejar herramientas como apoyo en los servicios de educación, especialmente en lo que tiene que ver con el E-learning y el B-learning. La interacción con los usuarios permite crear una forma de comunicación bidireccional entre el educador y el estudiante, donde los profesores pueden subir los contenidos de las asignaturas, en los formatos que quieran establecer, y los estudiantes puedan descargarlos y retroalimentarlos. Todas estas tecnologías han permitido que se migre hacia la Web 2.0, dejando atrás la utilización de medios tradicionales como los videos en televisión, las audioconferencias convencionales y otras herramientas, como los periódicos y las revistas, que servían como soporte para el desarrollo de las actividades académicas de los estudiantes. La educación a distancia como modelos revolucionarios de las nuevas tendencias y como acceso para la gran mayoría de las personas, especialmente para las más apartadas de los que tienen acceso a las grandes universidades en las ciudades, se ha convertido en un piloto y en un eje del cual giran las nuevas tecnologías que se van incorporando a medida que van surgiendo cambios en Internet.

Los cambios socio culturales en las regiones muestran que el desarrollo de ellas se refleja a través del uso de tecnologías que les permita estar a la vanguardia en el uso de las nuevas técnicas y medios de desarrollo educativo. La educación en línea como medio estrictamente virtual y semipresencial permiten la distribución de la información y de los contenidos a través de canales de difusión, para que sean desarrollados y acomodados a su entorno social. Es por eso que la Web 2.0 permite tomarse como una plataforma virtual donde los estudiantes hagan acceso de ella para intercambio de actividades, de información y de productos desarrollados de acuerdo a la solicitud de los requerimientos hechos en el desarrollo de las asignaturas. Simplemente mantener una estructura a través de la cual se pueda lograr el acceso, es lograr entrar en los medios educativos, ya que el Internet,

nos proporciona lo demás. Ahora, las tecnologías que nos soporta la Web 2.0. permiten la flexibilidad en el manejo del desarrollo de los contenidos y de las mismas tecnologías.

La Web 2.0 permite la migración en el uso de diferentes plataformas. El ejemplo más utilizado a través de estas tecnologías es el manejo de la hoja electrónica y el procesador de texto que proporciona Google. Esta tecnología permite soportar diferentes plataformas para que las actividades puedan ser vistas desde diferentes escenarios. Ya no es impedimento tomar como referencia abrir un simple archivo de texto o una hoja de cálculo; se cuenta con diferentes recursos para poder compartirlo. Así mismo, las tecnologías permiten la migración de entornos diferentes donde simplemente se tiene el uso de la Web 2.0 como el desarrollo de una plataforma que soporta el uso y el ambiente ideal para intercambio de información en diferentes formatos. Se puede etiquetar la información que es subida a una red social.

METODOLOGÍA. -

Pregunta de investigación –

¿Se implementan las competencias digitales docentes en la educación de la Universidad Autónoma de Campeche formando profesores 2.0 ?

El presente trabajo es de tipo descriptivo, transversal y analítico. Una encuesta inicial diagnóstica permitió la contextualización del entorno de aplicación, para determinar la familiaridad de los **docentes** con el uso de recursos en internet y el desarrollo de competencias digitales. Se pretende indagar qué tan viable es desarrollar procesos de enseñanza y de aprendizaje en nuestro hacer diario como educadores con el uso del Internet a través del diseño de un curso que fortalezca dichas competencias.

Objetivo

Implementar competencias digitales docentes en la educación de la UAC para formar profesores 2.0

Objetivos específicos:

- Determinar cuántos docentes usan la red como ayuda en la práctica docente.
- Utilizar, diseñar, y crear materiales de comunicación y didáctico en entorno web 2.0.
- Comprender las posibilidades y limitaciones de Internet como medio para la mejora de los procesos de comunicación que se establecen en el ámbito de la educación.
- Dotar a los participantes de conocimientos que les permitan explotar los recursos de bajo costo y gran alcance que ofrece Internet.

El presente trabajo es de tipo descriptivo, transversal y analítico. Una encuesta inicial diagnóstica permitió la contextualización del entorno de aplicación, para determinar la familiaridad de los **docentes** con el uso de recursos en internet y el desarrollo de

competencias digitales. Se pretende indagar qué tan viable es desarrollar procesos de enseñanza y de aprendizaje en nuestro hacer diario como educadores con el uso del Internet a través del diseño de un curso que fortalezca dichas competencias.

Instrumento de recolección

Se elaboró un cuestionario (autoadministrable) en línea de 29 preguntas, cuya elaboración fue apoyada en un consenso de expertos. El cuestionario se aplicó en profesores de diversas escuelas y facultades siendo distribuido por correo electrónico dando instrucciones de llenado y a través de un formulario de Google para llenar online. Participaron 42 profesores de la Universidad Autónoma de Campeche.

Se recolectaron los cuestionarios y se elaboró una base de datos la cual fue analizada en un programa estadístico S.P.S.S. versión 15.

Para el diseño del instrumento se tomó en cuenta las siguientes variables:

- Variables de entrada. - Datos socio académicos de los alumnos: género, edad, plantel, semestre, grado de estudios.
- Variables de proceso. – uso de la computadora, dominio, frecuencia de curso de actualización, conocimiento y uso de las herramientas web 2.0

Población y muestra

- Población: docentes de nivel medio superior y superior de la Universidad Autónoma de Campeche.
- Muestra: El cálculo del tamaño de muestra se hizo para poblaciones finitas menores de 80 dando un total de 42 sujetos.

Desarrollo

La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) en México, propone una educación basada en competencias, buscando formar jóvenes críticos, reflexivos e innovadores, que interactúen en diversos contextos y contribuyan positivamente con el desarrollo de la sociedad. Al mismo tiempo se busca que el profesor tenga un perfil con el cual desarrolle ciertas competencias. La introducción de la tecnología dentro de las teorías de enseñanza, definiendo la enseñanza como un proceso de desarrollo activo y constructivo (Shulman, L., 1999) muestra el nuevo rol del maestro de una figura autoritaria y de transmisión del conocimiento a ser el facilitador para la construcción del conocimiento. El aprendizaje como “compromiso en la práctica social” (Wenger E, 1998) tiene implicaciones para estudiantes y profesores como formadores de comunidades que practican la tecnología. Esto deberá lograrse dentro de los marcos de evaluación de la calidad de la enseñanza, como una tarea de construir un saber sobre sí misma.

México también tiene que abocarse a la tarea de usar la tecnología con fines pedagógicos y esto a su vez crea una gran gama de opciones de tipo cognitivo. Varias investigaciones muestran que tener al alcance fuentes de información remotas, imágenes,

videos, recursos auditivos, facilita los aprendizajes, provoca procesos de organización del pensamiento y de construcción del conocimiento. (Prieto Hernández, 2009).

Estrategia de intervención

Como nunca, las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) se hacen presentes en la vida cotidiana y atraviesan todas las áreas de la actividad humana a través de nuevos dispositivos tecnológicos. La vida se desarrolla en escenarios poblados sistemáticamente por pantallas, casi nunca sostenidas por una mirada que les otorgue sentido pleno. Estamos ante la presencia de alumnos nativos digitales y es necesario asimilar sus hábitos, integrando la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas curriculares. El docente se encuentra un paso atrás y tiene que adaptarse si quiere desarrollar competencias en el alumnado de hoy en día.

La Reforma Integral de la EMS reconoce que el fortalecimiento de la práctica docente sólo puede darse en un ambiente que facilite la formación continua y en el que otros actores clave del nivel educativo también se actualicen y participen en la mejora continua de las escuelas. Intentaremos colaborar en el tránsito de este proceso, con el propósito de incorporar contenidos significativos y medios para la apropiación de la tecnología en la escuela por parte de nuestros docentes.

La estrategia de intervención propuesta considera las tendencias actuales en materia de educación y se rige con las disposiciones establecidas en la RIEMS. Lo que se propone en breve, es un curso de capacitación y/o actualización docente, con el cual pretendemos desarrollar mejor las competencias docentes que nos indica la RIEMS, pero sobretudo lograr usar todas las herramientas que tenemos en el aula y fuera del aula, esto anexado a la costumbre actual tanto de alumnos como de profesores del uso diario del Internet y así mejorar las competencias a desarrollar del egresado. Por lo que detallaremos las competencias que se desarrollaran al término del curso propuesto (Tobón, 2007):

Competencias genéricas del perfil del docente y atributos

- Organiza su formación continua a lo largo de su trayectoria profesional.
 - Incorpora nuevos conocimientos y experiencias al acervo con el que cuenta y los traduce en estrategias de enseñanza y de aprendizaje.
 - Se mantiene actualizado en el uso de la tecnología de la información y la comunicación.
- Planifica los procesos de enseñanza y de aprendizaje atendiendo al enfoque por competencias, y los ubica en contextos disciplinares, curriculares y sociales amplios.
 - Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias.
 - Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen.

- Lleva a la práctica procesos de enseñanza y de aprendizaje de manera efectiva, creativa e innovadora a su contexto institucional.
 - Aplica estrategias de aprendizaje y soluciones creativas ante contingencias, teniendo en cuenta las características de su contexto institucional, y utilizando los recursos y materiales disponibles de manera adecuada
 - Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje.
- Construye ambientes para el aprendizaje autónomo y colaborativo
 - Favorece entre los estudiantes el deseo de aprender y les proporciona oportunidades y herramientas para avanzar en sus procesos de construcción del conocimiento.
 - Propicia la utilización de la tecnología de la información y la comunicación por parte de los estudiantes para obtener, procesar e interpretar información, así como para expresar ideas.

RESULTADOS

Para conocer las características de los docentes se realizó un diagnóstico socioeducativo, por medio de un cuestionario online. Se realizó la encuesta a 42 profesores de la Universidad Autónoma de Campeche. Del total de encuestados el 42.9%(18) son hombres y el 57.1%(24) son mujeres, con un promedio de edad de 43.6% y una DS de 7.075.

El estudio revela que la mayoría de los encuestados el 65.9%(27) no tiene problemas para trabajar en un equipo de cómputo. Se preguntó acerca del nivel de conocimientos informáticos y la mayoría el 52.4 %(22) se considera en un nivel intermedio. El 53.74%(22) de los profesores piensan que sí es muy necesaria la actualización continua en herramientas Web 2.0, el 36.6% (15) necesaria y el 9.8%(4) regularmente necesaria. En la pregunta ¿qué herramienta prefieren para aprender en un curso?, las 3 opciones que más escogieron fueron el uso de plataformas educativas, uso de videos online con fines educativos y la creación de grupos de trabajo. El 100% de los encuestados cree que el internet si es necesario para la labor docente. El 97.6% (41) de los profesores cree que si es necesario conocer las herramientas Web 2.0 para la realización de actividades docentes. Por último, como dato importante se pregunta si es necesario conocer las herramientas Web 2.0 para la realización de actividades docentes actualmente, el 100% (42) confirmaron con un sí y el 81%(34) afirma que los beneficios de usar la web 2.0 serían la actualización para dar clases y actividades docentes.

Con estos resultados se consensa y se logra consolidar los objetivos formativos y contenidos del curso, se seleccionaron sin orden específico ya que no son co-curriculares

consecutivos, los contenidos se pueden aprender por separado pues tienen diferentes objetivos y usos, observando que todos nos llevan a desarrollar las competencias digitales docentes y el logro de un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje significativo.

CONTENIDOS POR UNIDAD:

Unidad I.-Creación de grupos de trabajo

- Grupo de Office 365 y Yammer
- Grupo Google

Unidad II.- Administración del tiempo

- Calendario de Google
- Calendario de Outlook

Unidad III.- Almacenamiento online y offline

- OneDrive
- Google docs

- Dropbox

Unidad IV.- Foros de discusión y blogs

- Wikis
- Windows live blog
- Google blog
- Edmodo (microblogging)

Unidad V.- Canal de comunicación

- YouTube y Vimeo

Diseño de una metodología para evaluar

Se planea evaluar guiándonos del siguiente cuadro:

CONTENIDOS POR UNIDAD:	COMPETENCIAS A DESARROLLAR	PRODUCTOS	MÉTODOS DE EVALUACIÓN
Unidad I.-Creación de grupos de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de Office 365 y Yammer • Grupo Google 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje. ○ Fomenta la auto-evaluación y co-evaluación entre pares académicos y entre los estudiantes para afianzar los procesos de enseñanza y de aprendizaje ○ Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de un power-point con los pasos necesarios para la creación de un grupo de trabajo. • Realización de un mapa conceptual con las características que un grupo de trabajo tiene • Creación de grupo en Google, invitar a compañeros de clase y personalizarlo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rúbrica para presentaciones en power point • Rúbrica para evaluar Mapa Mental o Conceptual • Lista de cotejo
Unidad II.- Administración del tiempo			

<ul style="list-style-type: none"> • Calendario de Google • Calendario Outlook 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias <ul style="list-style-type: none"> ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen ✓ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro sinóptico con actividades y eventos que puedas agendar en un calendario virtual. ✓ Power point con pasos para la creación de un calendario virtual. ✓ Invitación impresa del e-mail de compartir calendario y lista de invitados. ✓ Cuestionario de la importancia de administrar el tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rúbrica para cuadros comparativos ✓ Rúbrica para presentaciones de power point. ✓ Lista de cotejo de productos entregados. ✓ Rúbrica para evaluar cuestionarios.
--	---	--	---

Unidad III.- Almacenamiento online y offline

<ul style="list-style-type: none"> • OneDrive • Google docs • Dropbox 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Se mantiene actualizado en el uso de la tecnología de la información y la comunicación. ○ Fomenta la auto-evaluación y co-evaluación entre pares académicos y entre los estudiantes para afianzar los procesos de enseñanza y de aprendizaje ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de cuenta en skydrive y carpetas de almacenamiento • Realización de un mapa mental de lo que se puede realizar en google docs utilizando este programa • Cuadro comparativo de los almacenamientos en línea y compartirlo en dropbox 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista de cotejo ✓ Rúbrica de mapa conceptual. ✓ Rúbrica de cuadro comparativo.
--	---	---	--

Unidad IV.- Foros de discusión y blogs

<ul style="list-style-type: none"> ○ Wikis ○ Windows live blog ○ Google blog ○ Edmodo (microblogging) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Propicia la utilización de la tecnología de la información y la comunicación por parte de los estudiantes para obtener, procesar e interpretar información, así como para expresar ideas. ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen ○ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Power point con los pasos necesarios para crear un blog y su uso • Creación de blog y proponer un tema de discusión en google blog • Creación de un espacio virtual en edmodo e imprimir hoja de invitados y pag. de inicio 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rúbrica para presentaciones de power point ✓ Rúbrica para evaluar un blog ✓ Lista de cotejo de productos entregados
---	---	---	---

Unidad V.- Canal de comunicación

<ul style="list-style-type: none"> • YouTube y Vimeo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje ○ Propicia la utilización de la tecnología de la información y la comunicación por parte de los estudiantes para obtener, procesar e interpretar información, así como para expresar ideas. ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Creación de un cuadro comparativo de los usos de youtube. ✓ Realización de un video para explicar el uso de Youtube con fines educativos u subirlo a su propio canal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rúbrica de cuadro comparativo ✓ Rúbrica para evaluar un video educativo
---	---	--	--

EJEMPLOS DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN. –

Rúbrica holística para evaluación del curso

EVALUACIÓN-PRODUCTOS ESPERADOS CRITERIOS		
Aspecto a evaluar	Rúbrica (criterios de evaluación)	Ponderación
Participación en clase	<ul style="list-style-type: none">• Muestra interés por realizar las actividades especificadas, esto se observa en que pide la palabra para opinar, aportar y dar comentarios.• Ejecuta las instrucciones que se le piden en clase.• Realiza la tarea que le corresponde en equipo.• Contesta lo que se le pregunta.	20% (Cada indicador vale 5%)
Tareas	<ul style="list-style-type: none">• Cumple con la tarea en tiempo y forma.• Realiza la tarea con contenido satisfactorio.• Entrega la tarea limpia y en orden.• Cumple con los requisitos solicitados.	20% (Cada indicador vale 5%)
Producto	<ul style="list-style-type: none">• Cumple con las instrucciones definidas en la rúbrica del producto, que se entrega junto con este plan de evaluación.• Elabora un producto con limpieza, orden, organización y estructura.• Cumple con la información solicitada en el producto, responde a las especificaciones que se le pidieron en términos de contenidos.• Elaboración del producto propia y describe los conocimientos a partir de contribuciones propias que surgen de su análisis y síntesis personales.	40% (Cada indicador vale 5%)
Portafolio	<ul style="list-style-type: none">• Cumple con las especificaciones definidas en la rúbrica del portafolio que se entregará en este plan de evaluación.• El portafolio está limpio, en orden, con estructura lógica, se entiende su letra y cuenta con los datos básicos.• La elaboración de portafolio es propia, no lo copio de otros compañeros, lo cual se observa en que sus respuestas son diferentes.• Los contenidos del portafolio cumplen con las especificaciones solicitadas	20% (Cada indicador vale 5%)

DISCUSIONES

Lo esencial es formar individuos que sepan tener, sepan conocer, sepan hacer, sepan vivir, sepan convivir y sepan ser. Y aquí se agrega una nueva gran tarea docente, un nuevo desafío: es el docente el que tiene que enriquecer Internet para encontrar allí los elementos educativos interesantes para trabajar desde el aula.

Realizar actividades que puedan ser resueltas por los educandos como pueden ser:

- Ampliar con material de dominio público la gran biblioteca que es Internet.
- Publicar artículos de su autoría sobre temas de su inquietud.
- Crear actividades innovadoras que enriquezcan a su vez a otros docentes en particular y a la educación en general.
- Proyectar actividades conjuntas con sus alumnos para llevar a cabo en una web.
- Realizar actividades interescolares de envío epistolar o de intercambios.
- Concursos pautados a realizar por los educandos a través de propuestas proyectadas.
- Organizar eventos educativos en línea.
- Brindar teleconferencias sobre temas de interés y con posibilidad de preguntar y resolver inquietudes mediante chat en simultaneidad.
- Intervenir u organizar foros de opinión.

El estudio de Pantoja Rodríguez (2012), plantea que los recursos de la Web 2.0 permiten proyectar la información de una forma más amena de una comunidad educativa, promoviendo así la difusión del conocimiento y la interacción de los miembros de las instituciones, coincidimos en que la mayoría de los docentes de ambas instituciones tienen un dominio básico-medio en cuanto al manejo de los recursos informáticos, sin embargo, su conocimiento es escaso en la aplicación durante el proceso educativo.

También coincidimos con el estudio de Díaz de Cossío Priego (2017) donde en sus resultados plantean que existe un gran reto que se presenta en educación en la inserción curricular de las diversas tecnologías y medios que van apareciendo. Y donde afirma que el profesor debe aprovechar las diversas modalidades de uso que se desprenden de estas tecnologías en cuanto a su aplicación e interacción desde lo instrumental y lo social.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas del diagnóstico aplicado, podemos observar que la mayoría de los profesores cuentan con una maestría, tienen acceso a un equipo de cómputo y reportaron un dominio regular en el uso del mismo. El 80% de los encuestados sí usa una computadora para impartir sus clases. Lo más relevante es que el 90 % cree que es necesario conocer las herramientas de comunicación en internet para ayuda en el desempeño de las clases.

Están de acuerdo que deben tener una actualización continua en conocimientos de internet y están dispuestos a tomar más de dos cursos relacionados con esto. Se espera informar con brevedad a las autoridades de los resultados obtenidos para que conozcan y apoyen esta propuesta de mejora docente, y se logre la implementación del curso propuesto, si esto se lleva a cabo, los docentes participantes obtendrán recursos tanto didácticos como las herramientas necesarias para poder dar sus clases usando las TIC en el aula y fuera

de ella, siempre observando y guiando a los alumnos en el desarrollo de competencias y en el uso adecuado de estas tecnologías para el beneficio de ellos mismos, así como fortalecer la práctica pedagógica. Debemos ser conscientes que la tecnología atrae a los estudiantes y hace que aprendan disfrutando, la computadora tiene un poder motivador pero no significa que siempre aprendan cosas importantes. La idea de reflexionar que la tecnología a veces no es suficientemente utilizada para la educación por que los profesores son resistentes a los cambios tecnológicos o por falta de capacitación o conocimientos de las herramientas que se encuentran en internet se está solucionando poco a poco con este tipo de propuestas que benefician tanto al profesor como al alumno.

Innovando en nuestra labor docente el uso de las herramientas web 2.0 en nuestras clases se logrará captar mejor la atención de los alumnos, que fortalezca considerablemente el desarrollo de competencias digitales, la aprehensión de conocimiento y el enriquecimiento cognitivo, así como también el aprendizaje colectivo.

REFERENCIAS

- Díaz B., A. (1985). Didáctica versus tecnología educativa, En Tecnología Educativa. Querétaro, México: Universidad de Querétaro.
- Díaz de Cossío P., S. X. y Negrete V., S. K. (2017). Experiencias en el desarrollo de competencias digitales para la gestión del conocimiento en un equipo multidisciplinario de Nivel Superior. Las competencias y la gestión del conocimiento (pp. 127-146). Recuperado en línea: https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=D%C3%ADaz+de+Coss%C3%ADO+Priego+%282017%29&oq=D%C3%ADaz+de+CCardenal M., L., ¿Para qué valen las Web 2.0?, H.H. Maristas, Badajoz. Consultado: Julio 2018. En línea <https://goo.gl/g9fy9w>
- García C., J. A. (abril de 2008). Identificación Del Uso De La Tecnología Computacional De Profesores Y Alumnos De Acuerdo A Sus Estilos De Aprendizaje. Revista de Estilos de Aprendizaje, 1(1), 1- 2.
- López S., M. (30 de mayo de 2014). Herramientas de la web 2.0 en el proceso educativo. Obtenido de la web 2.0 en la educación: <http://marialopezsantana.blogspot.mx/>
- Moreta, R. (1996). Conferencia Regional sobre Políticas y Estrategias para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y El Caribe. "Arte, Comunicación E Informatica" Conocimiento y uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. (pág. 1). La Habana, Cuba: arteUna.
- Ortega, O. (2007). Cambios psicológicos y sociales en la adolescencia, (1 ed.). Editado por la UPN, para la especialidad en Competencias.
- Pantoja R., M. Y. y Yandun M., O. (2012). Diseño e implementación de un curso virtual de herramientas Web 2.0 con los docentes de las Instituciones Educativas del municipio de Pasto que participan en el proyecto sistema Tecnológico. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85570.pdf>
- Prieto H., A. M. (2009). Educación y Tecnologías de la información y comunicación. Paquete didáctico. Selección de textos para ser utilizados con fines didácticos, Universidad Pedagógica Nacional. México.

Ramírez, E. M. (s.f.). Modelos De Aprendizaje L. Colegio De Estudios Maestría En Docencia Y Gestión De Posgrado De La Ciudad De México Institucional.

Shulman, L. (1999). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Learners and Pedagogy.

Tobón, S. (2007). Formación Basada en Competencias. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Tobón, S. (2008). La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo. Curso Iglú 2008, Universidad Autónoma de Guadalajara, México.

Vargas H., o. O. (2014). Enseñanza de la geometría a través del triángulo inscrito en el círculo, mediado por las tecnologías de la información y la comunicación, estudio de caso de la institución educativa Horacio Muñoz Suescún. Universidad Nacional De Colombia, Facultad De Ciencias. Wenger E. (1998). Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity. Obtenido de Cambridge University Press.

Yazon, J., & Mayer-Smith, J. y. (2002). Does the medium change the message? The impact of a web-based genetics course on university students' perspectives on learning and teaching. Computers & Education.

Acuerdo 442. Diario Oficial de la Federación, viernes 26 de septiembre de 2008.

Esc. Prep. Dr. Nazario Víctor Montejo Godoy. (s.f.). Esc. Prep. Dr. Nazario Víctor Montejo Godoy. (U. U. Campeche, Productor) Recuperado el 20 de febrero de 2018, de <https://nvmg.uacam.mx/> en línea.

Maestros del Web. (15 de agosto) de 2009). Web 2.0 ¿Reconfiguración Tecnológica o Social?, obtenido de <http://www.maestrosdelweb.com/web-20-reconfiguracion-social-o-tecnologica/>

SEP, Secretaría De Educación Pública. (Septiembre de 2015). Obtenido de en línea: <https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/7aa2c3ff-aab8-479f-ad93-db49d0a1108a/a447.pdf>

UAC, (Septiembre, 2015). Universidad Autónoma de Campeche. Recuperado el 20 de febrero de 2018, de http://www.uacam.mx/?modulo=paginas&acciones=ver&id_pagina=ekNZ

UNESCO-Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Competencias-estandares-TIC.pdf>

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ESCOLAR MODALIDAD VIRTUAL Y PRESENCIAL EN LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE FÍSICA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

Data de aceite: 01/05/2022

Fecha de envío: 28/03/2022

Mayté Cadena González

Universidad Autónoma de Campeche, Escuela
Preparatoria Dr. Nazario V. Montejo Godoy
San Francisco de Campeche, Campeche,
México
orcid.org/0000-0003-4257-6596

María Alejandra Sarmiento Bojórquez

Universidad Autónoma de Campeche, Escuela
Preparatoria Dr. Nazario V. Montejo Godoy
San Francisco de Campeche, Campeche,
México
orcid.org/0000-0001-5372-7535

Juan Fernando Casanova Rosado

Universidad Autónoma de Campeche, Facultad
de Odontología
San Francisco de Campeche, Campeche,
México
orcid.org/0000-0001-7622-5132

RESUMEN: Ante la pandemia de COVID-19 la educación cambió repentinamente de una modalidad presencial a una virtual. Los docentes y alumnos se han tenido que adaptar en un corto tiempo y se teme que esto repercuta en su rendimiento escolar. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo, conocer si el cambio de modalidad presencial a virtual impacta en el rendimiento escolar de la unidad de aprendizaje de física básica, de la escuela preparatoria Nazario Víctor Montejo Godoy de la Universidad Autónoma de Campeche en México.

Se utilizó una metodología de corte cuantitativo, con enfoque descriptivo y un alcance transversal con dos cortes: periodo escolar 2019-2020 y en el periodo escolar 2020-2021 ambos en la fase 1. Los resultados obtenidos demuestran que se incrementó considerablemente el rendimiento escolar reflejado los índices a aprobación, reprobación y promedio de aprovechamiento escolar. El incremento de aprobación fue de un 14.98%. En conclusión, el rendimiento escolar mejoro en el periodo escolar donde las clases fueron en línea, contrario a los que se esperaba los jóvenes se adaptaron rápidamente. Es importante adaptarse a la nueva normalidad, en México está comenzando la segunda ola de la pandemia y se debe continuar con la educación de los jóvenes.

PALABRAS CLAVE: COVID-19, e-learning, rendimiento escolar.

ANALYSIS OF SCHOOL PERFORMANCE IN VIRTUAL AND FACE-TO-FACE MODALITY IN THE BASIC PHYSICS LEARNING UNIT OF THE AUTONOMOUS UNIVERSITY OF CAMPECHE

ABSTRACT: In the face of the COVID-19 pandemic, education suddenly changed from a face-to-face modality to a virtual one. Teachers and students have had to adapt in a short time, and it is feared that this will affect their school performance. The objective of this research work is to know if the change from face-to-face to virtual modality impacts on the school performance of the basic physics learning unit, of the Nazario Víctor Montejo Godoy preparatory school of the Autonomous University of Campeche in Mexico. A

quantitative cutting methodology was used, with a descriptive approach and a cross-sectional scope with two cuts: the 2019-2020 school period and the 2020-2021 school period, both in phase 1. The results obtained show that reflected school performance increased considerably the passing, failing and average school achievement rates. The approval increase was 14.98%. In conclusion, school performance improved in the school period where classes were online, contrary to what was expected, young people quickly adapted. It is important to adapt to the new normal, in Mexico the second wave of the pandemic is beginning, and the education of young people must continue.

KEYWORDS: COVID-19, e-learning, school performance.

INTRODUCCIÓN

En el año 2020 se vivió un cambio repentino en la modalidad de dar las clases; ante la pandemia de COVID-19 se nos obligó a mantener el distanciamiento obligatorio y el confinamiento, realizándose de manera apresurada el cambio de modalidad presencial a clases en línea. El 11 de marzo fue decretada la pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y a partir de ese momento se tomaron los acuerdos para cerrar las escuelas e implementar nuevas estrategias. Ante la pandemia nos vimos en la necesidad de continuar enseñando desde la distancia utilizando los medios tecnológicos a nuestro alcance, pero como bien menciona Míguez (2020), este nuevo escenario trajo grandes cambios que modificaron las rutinas, los tiempos y los espacios escolares, para adaptar distintas herramientas tecnológicas como mediadoras de las tareas, esto aplica tanto para alumnos como para los mismos docentes. Adaptar el espacio, las estrategias, las tareas y todo lo que está inmerso en un proceso de enseñanza aprendizaje es un arduo trabajo que se desarrolló en corto tiempo.

En el último estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) a través del Programa de Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA), se muestra que los sistemas educativos a nivel mundial no están preparados para ofrecer una educación en línea a sus estudiantes. Nos muestra con cifras que el “9% de los estudiantes de 15 años, en los países de la OCDE, no tienen un lugar tranquilo para estudiar en casa y en países como Indonesia, Filipinas y Tailandia esta cifra supera el 30%” (Reimers y Schleicher, 2020, p. 24). Este mismo informe señala que “en México el 94% de los jóvenes de 15 años procedentes de entornos privilegiados, cuentan con acceso a internet en su hogar, en contraste con sólo el 29% de los jóvenes que viven en entornos desfavorecidos”. (p. 26), todo esto repercute en el rendimiento escolar de los jóvenes que no tienen un espacio adecuado para estudiar y tampoco cuentan con un servicio de Internet.

En México la educación media superior en el periodo 2019-2020 Fase 2, se concluyó en la modalidad en línea, logrando cubrir las competencias de las unidades de aprendizaje. En la actualidad tenemos grandes avances tecnológicos que nos ayudaron a no detenernos en la educación, pero al seguir la pandemia las medidas de contención siguen, por lo tanto,

el semestre del periodo 2020-2021 fase 1 continuo en la modalidad en línea, pero ante la incertidumbre se modificó el calendario escolar y se inició el semestre el 21 de septiembre de 2020. A diferencia del semestre anterior, en esta ocasión se tuvo el tiempo para poder planear las estrategias adecuadas, aunque el tiempo se acorto.

En esta nueva fase de su educación los jóvenes ya adaptados a las aulas virtuales siguieron ampliando sus conocimientos, el ritmo de avance se normalizo. Pero surge nuevamente una interrogante sobre si esta nueva modalidad puede llegar a repercutir en el rendimiento de los jóvenes. Estudios a nivel mundial nos hablan de los riesgos que conlleva la suspensión prolongada de las clases en el contexto de confinamiento, Salvatierra, V. (2020), en un estudio realizado en Chile, menciona que poco más de 50 mil alumnos antes de la pandemia, presenta bajo ausentismo crónico con bajo rendimiento escolar, ante la nueva modalidad podría llevar a un aumento importante de los estudiantes con riesgo a deserción. Como señala López, Barreto, Mendoza y del Salto (2015) el desempeño académico es un proceso que se fortalece a medida que los estudiantes van dedicando más tiempo a los estudios. Es importante que asimilen la nueva normalidad que deben dedicar tiempo y planificar sus horas de estudio. Coronel, P. C. P., Herrera, D. G. G., Álvarez, J. C. E., y Zurita, I. N. (2020) menciona que los estudiantes antes de la pandemia manejaban la tecnología, pero no siempre para fines educativos, al tener las clases virtuales fue necesario conocer y utilizar en corto tiempo nuevas herramientas para sus clases en línea. Se puede pensar que esta adaptación pudiera repercutir en su rendimiento académico.

Ante la incertidumbre de saber si la modalidad en línea repercutía en el rendimiento de los estudiantes se realizó una investigación en la Escuela Preparatoria Dr. Nazario Víctor Montejó Godoy (NVMG) de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) en México, realmente ¿el cambio de modalidad presencial a virtual impacta en el rendimiento escolar de la unidad de aprendizaje de física básica?; se considera solo en esta asignatura ya que en años anteriores reportaba altos índices de reprobación en comparación con otras asignaturas y posteriormente queda abierta la opción de realizar el estudio en otras unidades de aprendizaje.

METODOLOGÍA

La investigación realizada es de tipo descriptivo, ya que utiliza la recolección de datos para probar con base en la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Batista Lucio, 2014), se mide el rendimiento escolar de un grupo de alumnos a través de los aspectos: reprobación, aprobación y aprovechamiento escolar; así como también se buscó especificar las propiedades sociológicas de los alumnos en estudio. El diseño de la investigación es el no experimental o ex post-facto con corte transversal, ya que solo se observará el fenómeno de rendimiento escolar tal y como se dio en dos periodos de tiempo únicos, para posteriormente hacer un análisis comparativo

detallado.

Los periodos para estudiar son: el 2019-2020 fase 1 donde se dieron clases presenciales de la unidad de aprendizaje de Física Básica y 2020-2021 fase 1, donde se dio de manera virtual.

La investigación se realizó en la escuela preparatoria Dr. Nazario Víctor Montejo Godoy de la Universidad Autónoma de Campeche. El universo de trabajo está constituido por los alumnos que tomaron la unidad de aprendizaje de física básica en la escuela preparatoria NVMG en los periodos 2019-2020 y 2020-2021 fase I.

Los objetivos de la investigación son:

Objetivo General: conocer si el cambio de modalidad presencial a virtual impacta en el rendimiento escolar de la unidad de aprendizaje de física básica, de la escuela preparatoria Dr. Nazario Víctor Montejo Godoy de la Universidad Autónoma de Campeche en México.

Objetivos específicos:

- Conocer si los índices de reprobación de los alumnos de la unidad de aprendizaje de Física Básica de la escuela preparatoria NVMG de la UAC, aumentaron en el periodo 2020 - 2021 en comparación con el periodo 2019-2020 Fase 1.
- Conocer si los índices de aprobación de los alumnos de la unidad de aprendizaje de Física Básica, de la escuela preparatoria NVMG de la UAC, disminuyeron en el periodo 2020 - 2021, en comparación con el periodo 2019-2020 Fase 1.
- Comparar el promedio de aprovechamiento general de los alumnos de la unidad de aprendizaje de Física Básica, de la escuela preparatoria NVMG de la UAC, en los periodos 2019-2020, 2020-2021 Fase 1.

La variable es:

Rendimiento escolar, del cual solo se abordaron los siguientes aspectos: reprobación, aprobación y promedio de aprovechamiento general.

Selección de la muestra:

Para el presente estudio se trabajará con todos los alumnos inscritos en el tercer semestre de los periodos 2019-2020 y 2020-2021 fase I del turno matutino.

En este estudio estamos comparando el rendimiento escolar cuando las clases son de manera presencial donde los alumnos interactúan directamente con otras personas y cuando las clases son en línea y la interacción en por medios electrónicos. Esto nos lleva a pensar que al ser jóvenes y estar en el medio de las redes sociales, acostumbrados a utilizar estos medios para comunicarse pueden mejorar de manera positiva en su rendimiento escolar.

DESARROLLO

Rendimiento escolar

El rendimiento escolar se utiliza para saber de la actuación de los sujetos en el ámbito académico (Imig, 2020, p. 89). Si buscamos el significado de rendimiento encontramos en el diccionario de la Real Academia Española (2014), que es la proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados entre otras acepciones. Lamas, H. (2015) indica que el concepto de rendimiento escolar es algo complejo que inicia desde la conceptualización, ya que también suele nombrarse aptitud escolar o desempeño académico, pero la diferencia solo es por cuestiones de semántica y se usan como sinónimos.

El rendimiento según Imig, (2020, p. 89) “termina siendo un indicador del funcionamiento del sistema educativo en general”, se trata de alcanzar los objetivos propuestos para repasar métodos, programas, calificación, etc. Consideramos que se utiliza para medir el avance en términos académicos, que tiene el alumno, para verificar el nivel de conocimientos que demuestra en determinada área. Lamas, H. (2015) argumenta que el propósito del rendimiento escolar es alcanzar una meta educativa, es decir un aprendizaje que varía de acuerdo con las circunstancias, condiciones orgánicas y ambientales que determinan las aptitudes y experiencias.

Para Ariza, Toncel, y Blanchar, (2018) en una investigación realizada sobre el tema, concluyen:

“el rendimiento académico hace referencia a aspectos cualitativos y cuantitativos. Si se quisiera ubicar en una figura geométrica al rendimiento y al fracaso académico, sin duda lo más claro sería pensar en la representación de un segmento y en cada uno de sus extremos la ubicación de una de las dos posibilidades. Sin embargo, aunque estén en extremos opuestos cuali y cuantitativamente, ambos conceptos estén interrelacionados y es útil estudiar y conocer, por lo menos, algunos de los factores que influyen en su determinación”.

Existen múltiples factores, que afectan el rendimiento de los estudiantes para Chon González, (2017), el primero de ellos son las condiciones socioeconómicas, ya que, a una mayor disponibilidad de ingresos a nivel familiar, implica pagar una escuela mejor. El segundo factor que menciona es el contexto familiar, se considera que la influencia paterna es importante en los aspectos ambientales y la motivación y por último considera el contexto escolar del cual depende la adaptación del ambiente académico. En una investigación realizada por Barrios Gaxiola, M. I., y Frías Armenta, M. (2016), se muestra como el recurso institucional familiar ayuda a los jóvenes, manifestando que entre mejor sea la relación con los padres, la comunicación y el apoyo brindado, mayor será el desarrollo positivo del joven.

En la actualidad hablar de los factores que influyen en el rendimiento escolar, tendríamos que mencionar los factores tecnológicos, es decir, si el alumno tiene o cuenta

con un buen dispositivo para tomar las clases a distancia, o si la conexión que tiene para el servicio de Internet es bueno, que permita llevar las clases no solo de manera asincrónica sino, también sincrónica. También se tiene que reflexionar que la pandemia, nos tiene confinados, provocando posible estrés, en los implicados en el proceso enseñanza-aprendizaje. Con todos estos factores se puede pensar que existen un desbalance y los alumnos al pasar de una modalidad presencial a una a distancia, puede afectar el factor de su rendimiento escolar.

La educación en línea y sus beneficios

La educación a distancia ha pasado por diferentes etapas a través de los años, su evolución a sido vertiginosa ya que al introducir las tecnologías estas han ido ampliando el concepto. La aparición masiva de los medios digitales y las tecnologías que se utilizan en la educación produjo un despliegue plural de términos de términos tales como: educación distribuida, aprendizaje electrónico (e-learning), educación virtual, educación en línea, aprendizaje combinado (Blended-Learning), aprendizaje móvil (m-learning) (Verdún, 2016). Todo este auge de tecnologías enriquece el sistema de educación a distancia, por lo que consideramos importante describir algunas de estas modalidades.

La “educación en línea en inglés e-learning, primeramente, se concebía como aquella que involucra cualquier medio electrónico de comunicación, incluyendo la videoconferencia y la audioconferencia. En sentido más específico, la educación en línea significa enseñar y aprender a través de computadoras conectadas en red” (García, 2008, p. 50).

Los beneficios que aporta este tipo de educación se destacan, según Area Moreira, y Adell Segura:

- Extender y facilitar el acceso a la formación a colectivo e individuos que no puedan acceder a la modalidad presencial.
- Incrementar la autonomía y responsabilidad del estudiante en su propio proceso de aprendizaje.
- Superar las limitaciones provocadas por la separación en espacio y/o tiempo del profesor-alumnos.
- Gran potencial interactivo entre profesor-alumno.
- Flexibilidad en los tiempos y espacios educativos.
- Acceder a multiplicidad de fuentes y datos diferentes de los ofrecidos por el profesor en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- Aprendizaje colaborativo entre comunidades virtuales de docentes y estudiantes (2009, p. 3).

Para Alonso Díaz, L. y Blázquez Entonado, F. (2016) la formación de manera virtual permite el poder trabajar no solo las competencias específicas que cada asignatura

plantee, también se trabaja con otras competencias más generales como la planificación y gestión del tiempo, la comunicación oral y escrita en la propia lengua, así como habilidades informáticas básicas, el desarrollo de habilidades para la investigación, habilidades para el trabajo autónomo, entre otras.

También es válido mencionar que existen algunas desventajas como son las conexiones de red, los equipos utilizados para acceder a las clases, el ambiente donde se tomas las clases, etc.

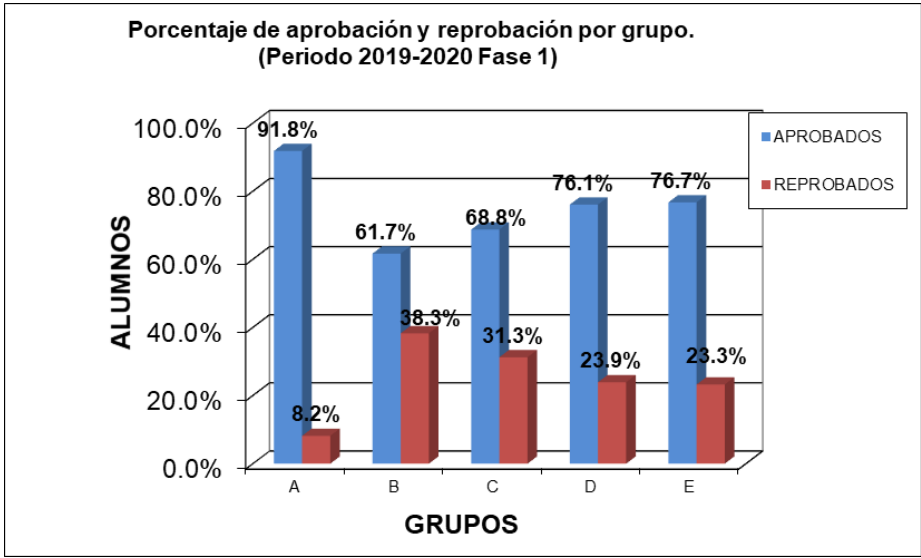
Podemos cerrar diciendo que “la educación en línea posee una especie de fuerza centrípeta que hace converger a todos los actores del proceso educativo en un espacio central común, donde ya no hay distancia”. (Schwartzman, Tarasow, y Trech, M. (Comp.), 2019, p. 29)

RESULTADOS

Los resultados obtenidos demostraron que en las clases en línea se elevó el rendimiento escolar de los alumnos de la unidad de aprendizaje de física básica, que se imparte del tercer semestre de la escuela NVMG de la UAC, esto se comprobó a través de los índices de aprobación, reprobación y promedio de aprovechamiento escolar.

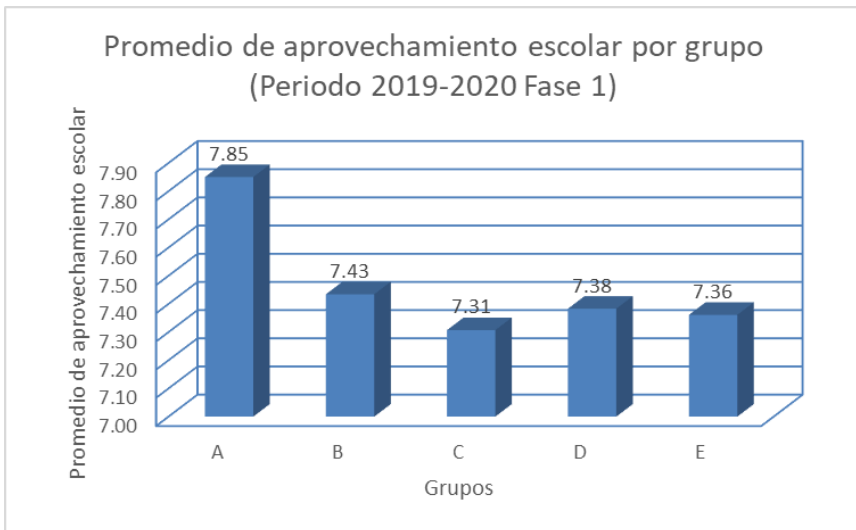
Comenzaremos por analizar de manera individual los dos periodos y posteriormente hacemos la comparación de ambos.

En la gráfica 1 se observa la aprobación y reprobación por medio de los porcentajes grupales, en el periodo 2019-2020 (periodo en el cual las clases fueron presenciales) indican que en los 5 grupos del turno matutino el porcentaje de aprobación siempre es mayor que el de reprobación. En el grupo A el porcentaje de aprobación llega hacer del 91.8%. En cuanto a la reprobación el grupo B reporta el mayor porcentaje con 38.3%.



Gráfica 1. Porcentaje de aprobación y reprobación en el periodo 2019-2020 Fase 1.

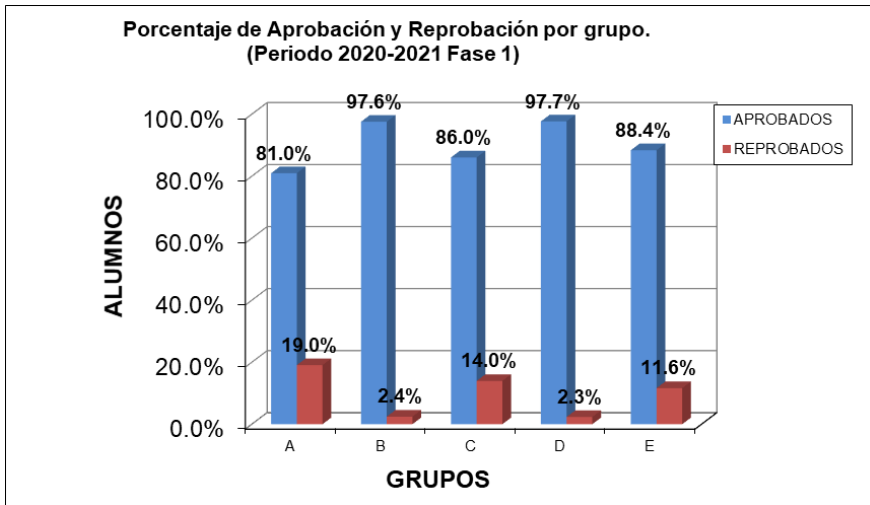
En este mismo periodo 2019-2020 (gráfica 2) se observó que los promedios de aprovechamiento escolar por grupo fueron por debajo de 8, siendo el grupo A el que obtiene el mayor promedio aprobatorio (7.85). Cabe mencionar que las tareas como los organizadores gráficos se podían realizar a mano (de puño y letra), pero también si se deseaba realizar con medios electrónicos.



Gráfica 2. Promedio de aprovechamiento escolar por grupo en el periodo 2019-2020 Fase 1.

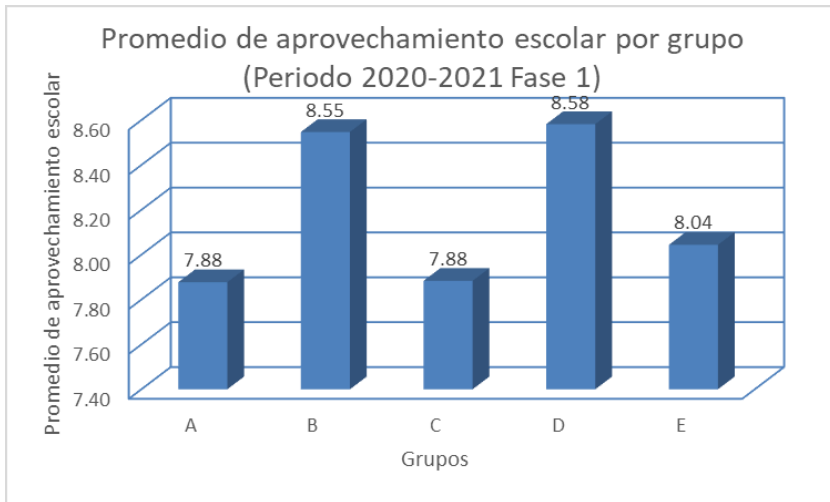
En el periodo 2020-2021 fase 1 las clases fueron 100% en línea, las tareas y las evaluaciones fueron de manera digital. Los recursos utilizados como los videos donde se encontraba la explicación de cómo resolver los problemas, estaban a disposición del alumno en cualquier momento y podía revisar el material las veces que fuese necesario para su aprendizaje.

En la gráfica 3 se puede analizar los porcentajes de aprobación y reprobación, en todos los grupos el porcentaje de aprobación es mayor que el de reprobación. El grupo B y D son los que tienen el mayor porcentaje de aprobación con el 97.6% y 97.7% respectivamente.



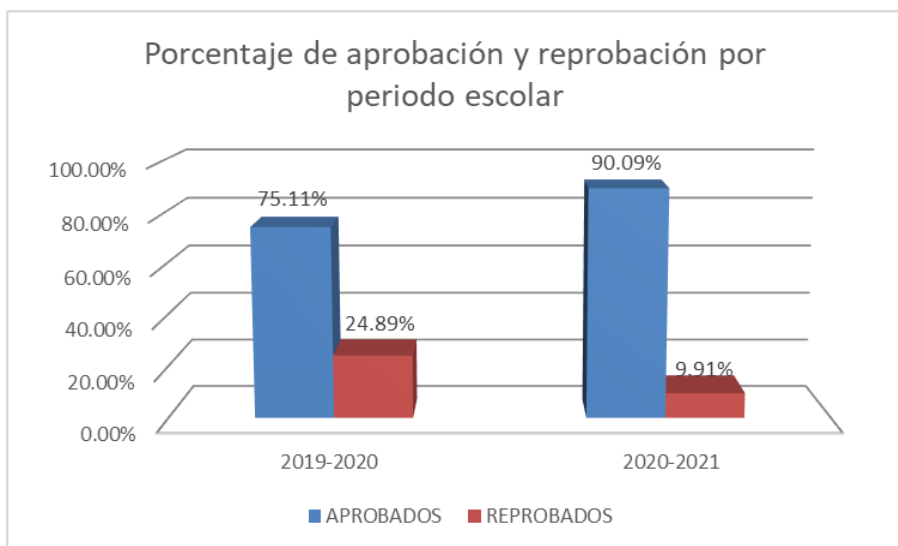
Gráfica 3. Porcentaje aprobación y reprobación por grupo en el periodo 2020-2021 Fase 1.

En relación con los promedios de aprovechamiento escolar por grupo (Gráfica 4) tenemos que todos los grupos lograron un promedio aprobatorio siendo los grupos B y D con los mayores promedios de 8.55 y 8.58.



Gráfica 4. Promedio de aprovechamiento escolar por grupo en el periodo 2020-2021 Fase 1.

Comparando ambos periodos escolares vemos que el porcentaje de aprobación aumentó (Gráfica 5) considerablemente, en el periodo 2019-2020 se tenía un porcentaje de aprobación del 75.11%, en comparación con el periodo 2020-2021 que se tiene un porcentaje del 90.09% el porcentaje aumento en un 14.98%. Así mismo el porcentaje de reprobación disminuyó del 24.89% (2019-2020) hasta un 9.91% (2020-2021).



Gráfica 5. Porcentaje de aprobación y reprobación por periodo escolar,

Comparando los promedios de aprovechamiento escolar por periodo, tenemos que

hubo un aumento significativo. Esto nos hace pensar que las clases en línea fueron muy bien aceptadas por los alumnos repercutiendo en su rendimiento escolar. Se observa que el periodo 2019-2020 el promedio de aprovechamiento era de 7.5, mientras que el periodo 2020-2021 este se incrementa a 8.2.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las expectativas que se tenían para este estudio dieron buenos resultados, al inicio de la investigación se preguntaba si el cambio de modalidad presencial a virtual impactaba en el rendimiento escolar de la unidad de aprendizaje de física básica, este rendimiento se mide a través de los índices de aprobación, reprobación y aprovechamiento escolar, los datos obtenidos indican que, si hay un impacto de manera positiva, encontrando que los alumnos de la escuela preparatoria NVMG aumentaron en un 14.98% el índice de aprobación. Se tenía un porcentaje de aprobación del 75.11%, en el periodo 2019-2020 fase 1, durante las clases presenciales y este aumento a un 90.09% en las clases a distancia en el periodo 2020-2021 fase 1. Castillo Maita (2020) en un estudio realizado para establecer el impacto de las plataformas virtuales en el rendimiento académico de los estudiantes de la Unidad Educativa Mariano Cobo Barana en el segundo año de bachillerato ciclo 2019-2020, de la ciudad de Ambato en Ecuador, concluye que el 80% de los estudiantes se encontró una mejoría en sus calificaciones por el uso de las plataformas virtuales dando un promedio general entre excelente y muy bueno en un puntaje cuantitativo.

Cabe mencionar que la mayoría de las tareas en el periodo donde las clases fueron presenciales se realizaban en el salón de clases donde el docente supervisaba el desarrollo, así mismo las evaluaciones eran estandarizadas y en un mismo día y hora se presentaba el examen, mientras que en el periodo de la modalidad a distancia las tareas se fueron elaboradas por el alumno de manera digital, así como sus exámenes. Podemos reflexionar que quizá en este periodo presencial el proceso enseñanza-aprendizaje era más conductista, donde el alumno escuchaba la explicación del docente, pero no tenía oportunidad de volver a escuchar la explicación. Para Kurki-Suonio y Hakola (2007) citado por Cruz Ardila y Espinosa Arroyave (2012, p.109) menciona que la enseñanza de la física sigue siendo conductista, es decir, el profesor primero trabaja la teoría programada en clase y posteriormente realiza los ejercicios y no llega a la verdadera comprensión de los fenómenos. En la modalidad a distancia el alumno posee recursos como son los vídeos que puede volver a ver las veces que el considere necesario para su aprendizaje.

En el periodo donde las clases son a distancia el alumno tomo las clases en sus hogares y con los medios disponibles, López, Barreto, Mendoza y del Salto (2015) mencionan que para lograr un rendimiento escolar adecuado es importante un ambiente familiar con estimulación perceptiva, psicológica y social, que lleve a experiencias de interacción estimulando y facilitando el desarrollo del pensamiento. Para impactar el

rendimiento escolar de los alumnos es necesario analizar múltiples factores como son los socioeconómicos, los psicológicos, el contexto familiar, los motivacionales, los tecnológicos, etc.

Si hablamos del aprovechamiento escolar por grupo, Alvarez-Herrero, J. F., y Hernández Ortega, J. (2020), realizaron un estudio en la Universidad de Alicante en España, en la asignatura: Didáctica del conocimiento del medio natural, encontrando que de manera presencial la calificación global del grupo fue de 6.7 mientras que de manera online se obtuvo una calificación del 8.8 mejorando considerablemente. En nuestro estudio los resultados son similares ya que se midió el aprovechamiento escolar por grupo y por periodo teniendo que el periodo 2019-2020 (presencial) fue de 7.5 mientras que en el 2020-2021 fue de 8.2 habiendo mejorado el promedio. Hemos encontrado que los jóvenes al recibir sus clases de manera virtual logran mejorar sus calificaciones y reprueban en menor cantidad, los medios electrónicos utilizados creemos facilitan la realización de sus tareas, sin embargo, será necesario seguir realizando investigaciones.

CONCLUSIONES

En conclusión el cambio de modalidad presencial a virtual implementado por la pandemia de COVID-19, ha impactado el rendimiento escolar de la unidad de aprendizaje de física básica de la escuela preparatoria NVMG de la UAC, logrando incrementar el índice de aprobación en un 14.98% , podemos pensar que al utilizar la tecnología los alumnos, que son jóvenes entre los 15 y 18 años de edad, estaban acostumbrados a usar estos medios y les fue más fácil adaptarse al cambio, quizá en un principio tenían cierta incertidumbre pero una vez inmersos en el proceso enseñanza-aprendizaje utilizaron sus habilidades digitales para seguir aprendiendo a distancia.

Se necesita seguir investigando para saber el sentir de los alumnos ante esta modalidad y detectar las carencias y oportunidades que se puedan tener.

Los resultados obtenidos en esta investigación ha demostraron que en las clases en línea en el periodo 2020-2021 fase 1 se elevó el rendimiento escolar de los alumnos de la unidad de aprendizaje de física básica, que se imparte del tercer semestre de la escuela NVMG de la UAC, esto se comprobó a través de los índices de aprobación, reprobación y promedio de aprovechamiento escolar, tan solo en el índice de reprobación este disminuyó en un 14.98% y de un promedio de aprovechamiento escolar de 7.5 obtenido en el periodo 2019-2020, se obtuvo un 8.2 en el periodo 2020-2021.

Hay que aclarar que esta modalidad nos funciona a nivel preparatoria, pero no podemos generalizar para todos los niveles educativos, ya que estamos conscientes que a nivel preescolar, primaria y secundaria puede ser distintos los resultados. Estamos en espera de que el periodo de confinamiento ante la pandemia termine, para así poder incorporar a las aulas y regresar de manera presencial, pero mientras que el riesgo

de contagio este latente seguiremos enseñando y aprendiendo desde nuestras casas e implementando nuevas estrategias que impacten de manera positiva en el rendimiento escolar de nuestros jóvenes que son nuestros futuros profesionistas.

REFERENCIAS

Alonso Díaz, L. y Blázquez Entonado, F. (2016). El docente de educación virtual: guía básica: incluye orientaciones y ejemplos del uso educativo de Moodle. Narcea Ediciones.

Alvarez-Herrero, J. F., y Hernández Ortega, J. (2020). Formación online versus formación presencial: evaluación y rendimiento académico del alumnado universitario. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10045/109591>

Area Moreira M., y Adell Segura, J. (2009). E-learning: enseñar y aprender en espacios virtuales. Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet, 391-424.

Ariza, C. P., Toncel, L. Á. R., y Blanchar, J. S. (2018). El rendimiento académico: una problemática compleja. Revista Boletín Redipe, 7(7), 137-141.

Barrios Gaxiola, M. I., y Frías Armenta, M. (2016). Factores que influyen en el desarrollo y rendimiento escolar de los jóvenes de bachillerato. Revista Colombiana de Psicología, 25(1), 63-82. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/804/80444652005.pdf>

García, G. R. (2008). Glosario de Educación a distancia. México: UNAM. Recuperado de: <http://www2.uned.es/catedraunesco-ead/variros/Glosario.pdf>

Coronel, P. C. P., Herrera, D. G. G., Álvarez, J. C. E., & Zurita, I. N. (2020). Las TIC como mediadoras en el proceso enseñanza-aprendizaje durante la pandemia del COVID-19. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 5(1), 121-142.

Castillo Maita, I. A. (2020). Las plataformas virtuales y el rendimiento académico de los estudiantes de la Unidad Educativa Mario Cobo Barona de la ciudad de Ambato (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación-Carrera de Psicología Educativa). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31863>

Chon González, E. G. (2017). Factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Politécnica del Valle de Toluca. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), 47(1), 91-108.

Cruz Ardila, J.C. y Espinosa Arroyave, V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de la TIC. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (35), p. 105-127. Recuperado de: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/354>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Batista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. 6ta. Edición. México: Editorial Mc Graw Hill.

Imig, P. G. (2020). Rendimiento académico: un recorrido conceptual que aproxima a una definición unificada para el ámbito superior. Revista de Educación, (20), 89-104.

Lamas, H. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Representaciones*, 3(1), 313-386. doi: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2015.v3n1.74>

López Mero, Patricia; Barreto Pico, Asunción; Mendoza Rodríguez, Eddy Rigoberto; Alberto del Salto Bello, Max Walter. (2015). Bajo rendimiento académico en estudiantes y disfuncionalidad familiar. *MEDISAN*, volumen 19. Recuperado de http://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/440/html_146

Míguez, M. E. (2020). Educación de Jóvenes y Adultos en tiempos de pandemia. Desafíos en torno a la inclusión digital. Recuperado de: <http://educaciondelamirada.com/wp-content/uploads/2020/05/Miguez-Maru-Educaci%C3%B3n-de-J%C3%B3venes-y-Adultos-en-tiempos-de-pandemia.pdf>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.4 en línea]. <https://dle.rae.es> [15 de diciembre de 2020].

Reimers, F. y Schleicher, A. (2020). Un marco para guiar una respuesta educativa a la pandemia del 2020 del COVID-19. Enseña Perú. Recuperado de: <https://segacademcb.cbachilleres.edu.mx/secciones/docs/gestion-escolar/Marco-para-guiar.pdf>.

Salvatierra, V. (2020). Educación en tiempos de pandemia. *Estudios Públicos*, (159), 111-180.

Schwartzman, G. (Comp.), Tarasow, F. (Comp.) y Trech, M. (Comp.). (2019). De la educación a distancia a la educación en línea: aportes a un campo en construcción. Homo Sapiens Ediciones. <https://elibro.net/es/ereader/uacam/112908?page=18>

Verdún, N. (2016). Educación virtual y sus configuraciones emergentes: Notas acerca del e-learning, b-learning y m-learning. *Háblame de TIC*, 3, 67-88. Recuperado de: https://www.uv.mx/blogs/brechadigital/files/2015/05/HdT3_Verd%C3%83%C2%BA.pdf

CAPÍTULO 8

LA MODELACIÓN MATEMÁTICA COMO UN RESULTADO DE APRENDIZAJE TRANSVERSAL EN EL PROCESO FORMATIVO DEL INGENIERO

Data de aceite: 01/05/2022

Vicente Sandoval Rojas

Universidad Católica de Temuco
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ciencias Matemáticas y
Físicas
Chile. Región de La Araucanía. temuco

Emilo Cariaga López

Universidad Católica de Temuco
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ciencias Matemáticas y
Físicas
Chile. Región de La Araucanía. temuco

Valeria Carrasco Zúñiga

Universidad Católica de Temuco
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ciencias Matemáticas y
Físicas
Chile. Región de La Araucanía. temuco

Soledad Yáñez Arriagada

Universidad Católica de Temuco
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ciencias Matemáticas y
Físicas
Chile. Región de La Araucanía. temuco

Ciro González Mallo

Universidad Católica de Temuco
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ciencias Matemáticas y
Físicas
Chile. Región de La Araucanía. temuco

Héctor Iturra Chico

Universidad Católica de Temuco
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ciencias Matemáticas y
Físicas
Chile. Región de La Araucanía. temuco

RESUMEN: Un ingeniero, en respuesta a necesidades sociales, requiere hacer representaciones de la realidad en términos matemáticos, derechamente formular modelos matemáticos. No obstante existe una gran brecha entre estas competencias y las habilidades que se potencian en sus cursos de matemática. Muchos de estos cursos de matemática poseen todavía un carácter axiomático o se limitan a conceptos abstractos alejados de la actividad humana. El presente trabajo tiene como propósito presentar a crítica de sus pares una propuesta didáctica que considera el modelamiento matemático como eje central para el desarrollo de la docencia en cursos de matemática y física de las carreras de ingeniería. Su fundamento epistemológico lo constituye el socioconstructivismo. La propuesta postula como hipótesis que un buen entrenamiento en modelado matemático permitiría optimizar tiempo en el logro de resultados de aprendizaje donde el contenido disciplinar sólo constituye un recurso. Se presenta un ejemplo concreto en donde la modelación matemática ilustra la propuesta y potencia el nivel taxonómico de análisis.

PALABRAS CLAVES: Modelación matemática, Socioconstructivismo, Formación del Ingeniero, Resultados de aprendizaje.

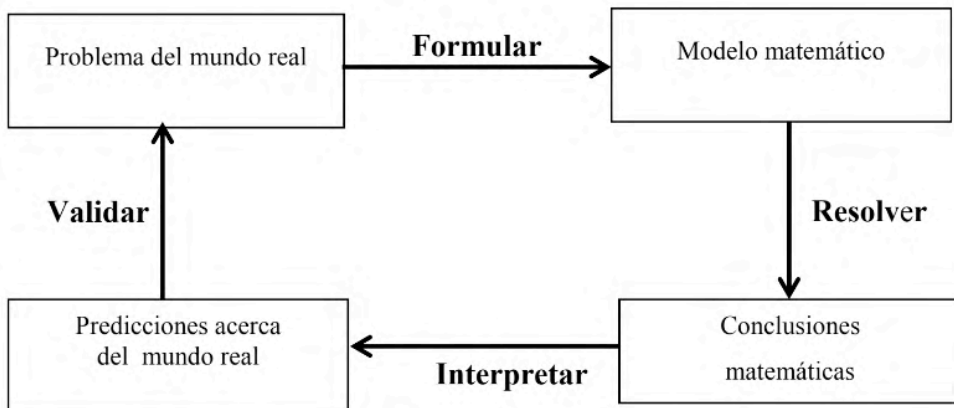
INTRODUCCIÓN

La tendencia internacional de hoy en educación es concebir el aprendizaje como un proceso centrado en el estudiante. Su fundamento epistemológico lo constituye el socio constructivismo (Edith Inés Ruíz Aguirre, y otros, 2012). Este paradigma puede parecer un asunto puramente teórico, sin embargo es fundamental. Es una cosmovisión que nos muestra la manera como una disciplina estudia el mundo seleccionando aquello que le interesa. Se parte de la primacía total del sujeto que adquiere conocimiento y su elaboración la realiza desde su experiencia siempre que éste le atribuya significado y valor. Es una construcción de conocimiento en un contexto. No es un asunto de transferir un aprendizaje de un contexto inicial a uno final. Es un movilizar de todos los recursos cognitivos para responder a un nuevo desafío que el estudiante siente como tal. En consecuencia, no es un tema de transferencia, es un tema de actitud para responder, para resolver una problemática nueva. El estudiante no trabaja sobre el contexto que el profesor le prepara sino que transforma los conocimientos a partir de la representación que él está haciendo de ese contexto. Desteje, por así decir, lo que el profesor ha preparado. Lo que es determinante para los aprendizajes ya no es tanto el contenido disciplinario, sino las situaciones en las cuales el alumno puede utilizar dicho contenido como “conocimiento viable”. En consecuencia importa fundamentalmente la situación a partir de la cual arranca la representación.

Un modelo, es una abstracción de la realidad que se manifiesta como una representación. Lo interesante es que la representación de una parte del mundo en términos matemáticos le confiere un carácter especial. Por ello la modelación matemática tiene características que le dan una posición notable en cuanto a estructura cognitiva que da origen a un ciclo, en cuyo entrenamiento el profesor debe permanecer vigilante del trabajo del aprendiz. Una posible definición de modelo están dada por:

“Un modelo es una representación provisoria, perfectible e idealizada de una entidad o fenómeno físico. Es una entidad abstracta, una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, realizada con la finalidad de describir, explicar y predecir. Se trata de una construcción humana utilizada para conocer, investigar y comunicar.” (Raviolo, Ramírez & López, 2010).

“En un modelo matemático se establece un conjunto de relaciones (de igualdad y/o de desigualdad) definidas en un conjunto de variables que reflejan la esencia de los fenómenos en el objeto de estudio. Formalmente un modelo matemático M es una estructura, donde R es el conjunto de las relaciones y V el conjunto de las variables”. (María Lucía Brito y otros 2011). En la siguiente figura se ilustra el proceso de modelado. (María Lucía Brito y otros 2011):



En este trabajo proponemos que el modelado matemático sea un eje central sobre el cual se orienten los resultados de aprendizaje de todos los cursos de ciencias de la ingeniería, en especial los de matemática y física. A modo de ejemplo hacemos referencia al siguiente resultado de aprendizaje en un primer curso de física para el plan común de Ingeniería en la Universidad Católica de Temuco: “Formula modelos físico-matemáticos y en colaboración activa con su equipo de trabajo, resuelve las ecuaciones que de allí se obtienen, en el contexto del diario vivir asociado a la cinemática, dinámica, y leyes de conservación”. Este resultado de aprendizaje tributa además a dos competencias, una genérica que es “trabajo en equipo”, y otra específica: “aplicar herramientas matemáticas y físicas para la resolución de problemas vinculados al quehacer de la Ingeniería Civil”.

El proceso de modelado debería haber sido internalizado por el estudiante desde la enseñanza primaria, pero sabemos que no es así. Ya desde el año 2003 el modelado se incluye en pruebas internacionales como PISA.

Nosotros proponemos como hipótesis que si las prácticas de modelamiento se inician desde los primeros cursos de matemáticas y físicas para ingeniería ganaríamos tiempo porque este entrenamiento permitiría el logro de resultados de aprendizaje en un tiempo menor de lo que ocurre en la actualidad, ya que el contenido de leyes, principios y en general la teoría que gobierna el problema serán sólo recursos cognitivos que ingresan al proceso de modelamiento, que es la instancia de planteamiento de ecuaciones ya sean algebraicas, diferenciales, o integrales.

Considerando situaciones muy sencillas podemos ya desde un primer curso de matemática en contexto recorrer las etapas del modelamiento.

La estrategia general de la modelación matemática que aquí se muestra consta de pasos bien definidos (María Lucia Brito y otros 2011) a los cuales poco hemos agregado, en especial como comentario al punto 7.

1. Definición del problema y sus objetivos. Partir del problema en mínimo grado de

complejidad y de lo concreto a lo abstracto.

2. Definición de la teoría que gobierna el problema. Leyes, teoremas, principios.
3. Descripción de la situación física en términos matemáticos. En su momento oportuno Introducción de parámetros, variables auxiliares, y construcción de ecuaciones.
4. Solución matemática del modelo (solución de ecuaciones)
5. Comparación del modelo con la situación real.
6. Estudio de las limitaciones del modelo.
7. Aplicación del modelo e interpretación de los resultados que ofrece. Análisis paramétrico

El último punto merece un comentario especial: a nuestro parecer tiene gran importancia porque es aquí donde se muestra con gran nitidez que el estudiante ha llegado a la etapa de análisis de la que nos habla la Taxonomía de Bloom.

La propuesta ha sido vinculada al Ciclo de Kolb lo que con el apoyo del programa CLAVEMAT: Clase Virtual de Matemática y Tutoría, co-financiado por la Comisión Europea a través del programa ALFA III, dio origen al libro "50 Ciclos de Kolb y dos Razones para ser Utilizados", con ISBN 978-956-12-9.

Nos proponemos presentar un ejemplo sencillo de modelamiento en un primer curso de álgebra en contexto.

DESARROLLO

Congruente con el socioconstructivismo se elige la siguiente situación real de contexto: Estudio del volumen máximo que se puede generar al construir una caja abierta a partir de una placa cuadrada, y otra rectangular de lados distintos extrayendo trozos cuadrados de lado x . Ver Figura N° 1.

De lo simple a lo complejo y de lo concreto a lo abstracto: Esta placa se puede comprar dimensionada en el mercado local. Se preguntará a los estudiantes sobre la relevancia del espesor de la placa, acordando con y entre ellos, que el problema, y que en general los problemas, en el modelamiento comienzan a ser tratados en su nivel de mínima complejidad, Por ello se considera despreciable el espesor de placa. No seguiremos avanzando si hay estudiantes que no están convencidos de ello.

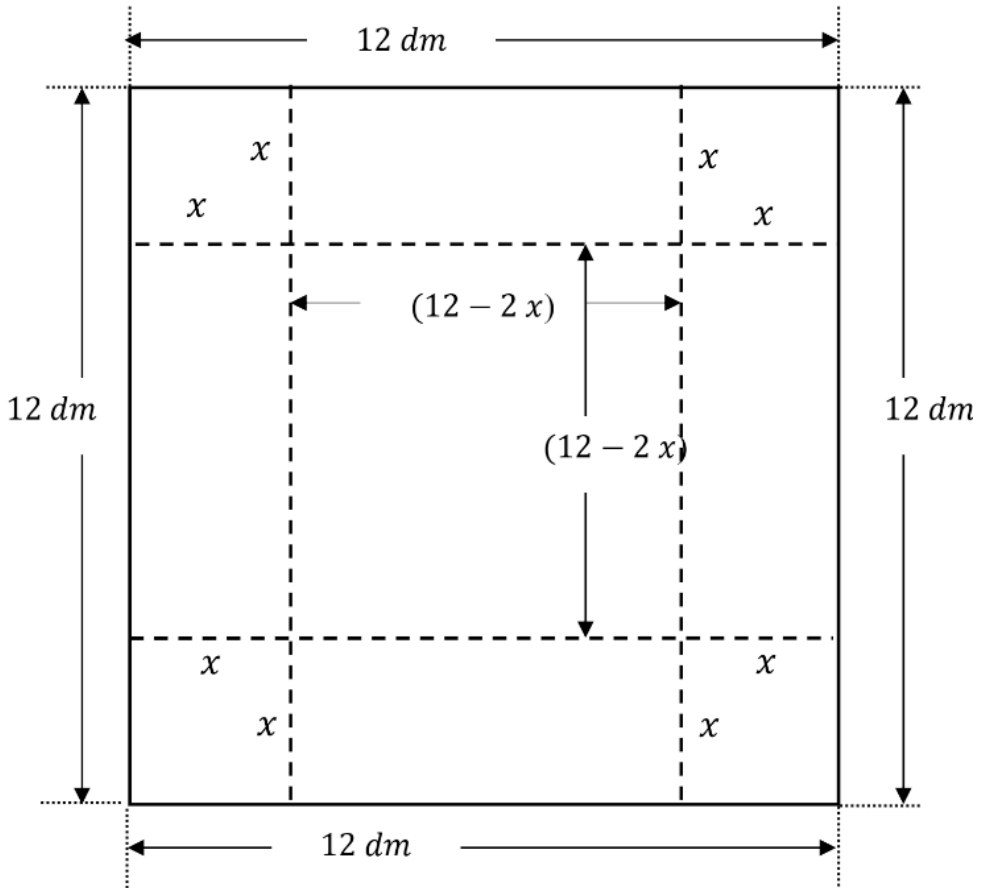


Figura N° 1.

Identificación de teoría que gobierna el problema: Los estudiantes, a través de preguntas, identificarán que la teoría que gobierna el problema es; el álgebra clásica, la geometría clásica, y la deriva de una función de una variable.

Interpretación en términos matemáticos. El modelo: Nuevamente, producto de la interacción entre estudiantes, y estudiantes -profesor se ha de realizar la siguiente construcción para el volumen V de la caja, invitando a los alumnos, a que en todo momento, realicen análisis dimensional de las expresiones matemáticas que se van generando:

$$V = (12 - 2x)^2 x$$

$$V = 4x^3 - 48x^2 + 144x$$

$$\frac{dV}{dx} = 0$$

$$12x^2 - 96x + 144 = 0$$

Esto es:

$$x^2 - 8x + 12 = 0 \text{ Cuyas soluciones son } x_1 = 2 \text{ dm o } x_2 = 6 \text{ dm}$$

Aquí se le pide a los estudiantes que discutan sobre el significado de ambas soluciones, ellos son invitados a concluir que x_1 es el único valor que se corresponde con la realidad dado el objetivo.

En la busque de mayor información se piden propuestas de nuevos elementos de análisis, de este modo deberá aparecer la sugerencia de construir un gráfico usando una hoja da calculo Excel u otro recurso informático con ello tendremos la figura N° 2..

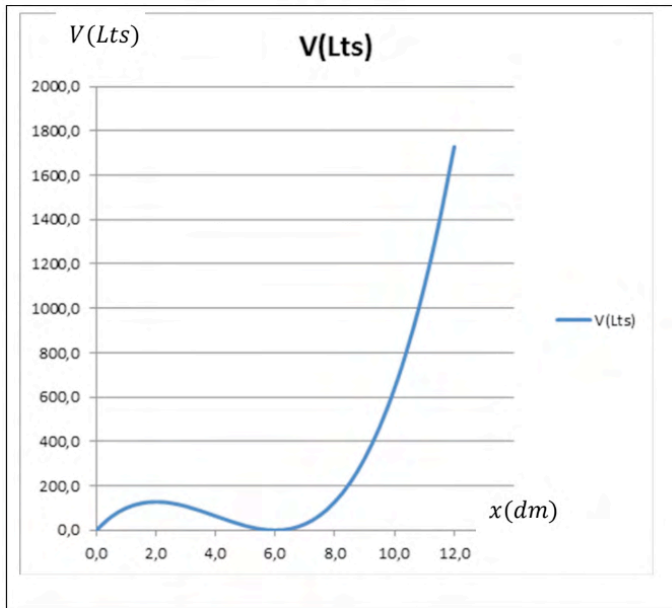


Figura N° 2.

Aquí el mediador interacciona con el estudiante invitándolo a realizar un análisis de la información implícita que entrega la Figura N° 2, intentando siempre favorecer la interacción estudiante-estudiante, profesor-estudiante. Si éste percibe que existen estudiantes cuya Zona de Desarrollo Próximo, de la que nos habla Vygotsky, (Joseph L. Polman, 2010), no le permite estructurar el conocimiento esperado, es el momento propicio para entregar las herramientas cognitivas que se requieren para ampliar la Zona referida.

Los estudiantes deben concluir que la realidad es válida sólo para $0 < x < 6$, y que $x > 6$ es parte del modelo pero no de la realidad.

Ahora preguntamos a los estudiantes qué sucede si quieren construir, o mandar a construir a un artesano, una caja con una placa cuyo lado puede tener cualquier otro valor, y cómo generar un algoritmo o fórmula práctica. ¿Cuáles serían las características de ese algoritmo?, ¿qué ventajas nos ofrecería?, ¿qué análisis podríamos realizar?.

La parametrización: Congruente con el socioconstructivismo, la necesidad de parametrizar debe fluir como una construcción del estudiante consecuencia de la interacción a que hemos hecho referencia.

Es así como se introduce el parámetro a que se explicita en la Figura N°3

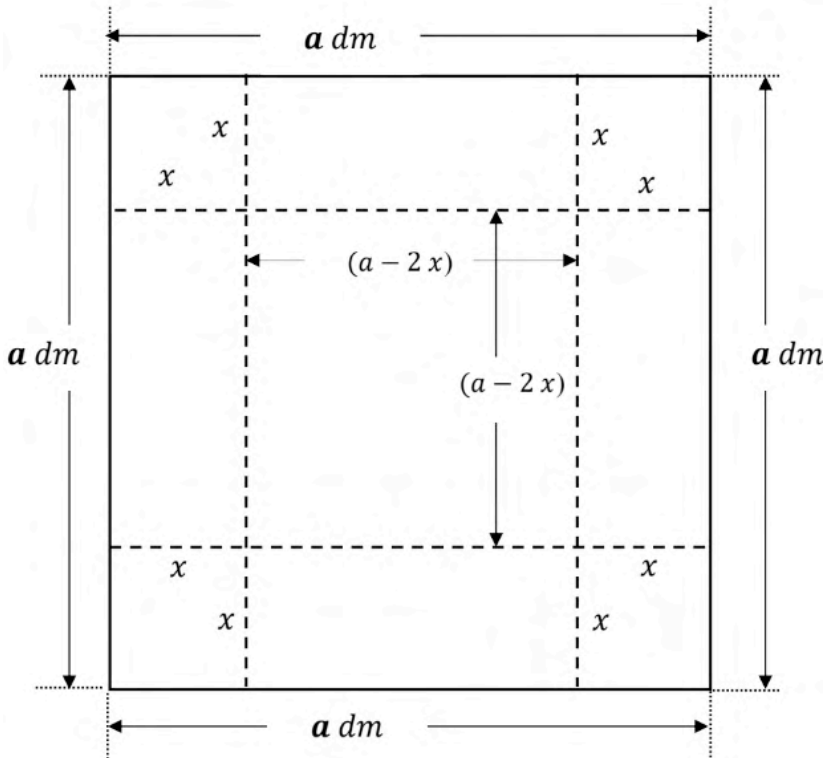


Figura N° 3.

Con ello se induce al estudiante a la construcción del siguiente modelo, donde V es el volumen da la caja:

Para el volumen máximo deberá ocurrir que:

$$V = (a - 2x)^2 x$$

$$V = 4x^3 - 4ax^2 + a^2 x$$

Esto es:

$$12x^2 - 8ax + a^2 = 0$$

Cuya solución será:

$$x = \frac{8a \mp \sqrt{16a^2}}{24}$$

$$x = \frac{8a \mp 4a}{24}$$

Que genera las soluciones:

$$x_1 = \frac{a}{6} \quad y \quad x_2 = \frac{a}{2}$$

Nuevamente debemos inducir a que los estudiantes concluyan que x_1 es la única solución que se corresponde con la realidad que en el caso particular visto en que , $a = 12 \text{ dm}$, y $x_1 = 2 \text{ dm}$, mientras que x_2 es un mínimo y los valores $x > 6$ son inherentes al modelo pero no se corresponden con la realidad

Ganando en generalización. Si la caja es rectangular y saltándonos ahora el caso concreto planteamos el problema paramétricamente. Ver figura N°4

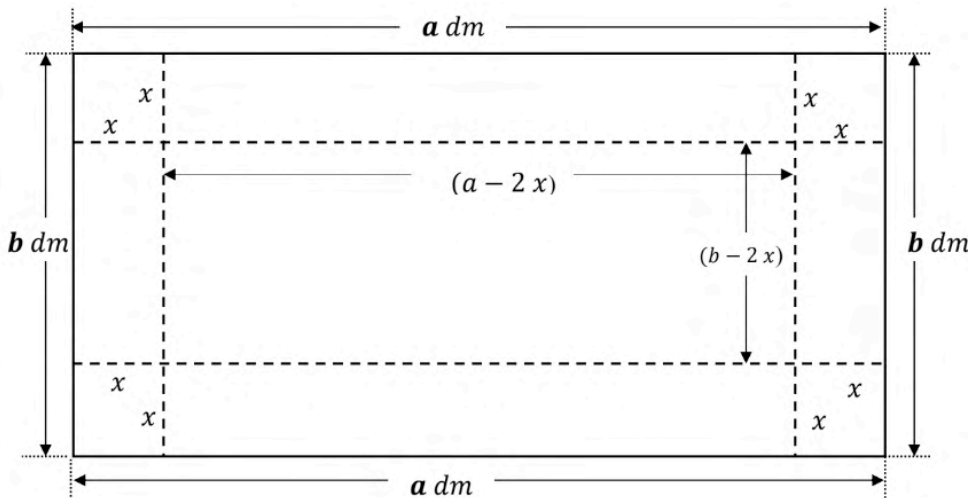


Figura N° 4.

$$V = (a - 2x)(b - 2x)x$$

Esto es:

$$V = 4x^3 - 2(a + b)x^2 + abx$$

El máximo volumen se presentará cuando:

$$\frac{dV}{dx} = 0$$

Con ello,

$$12x^2 - 4(a + b)x + ab = 0.$$

Desde donde:

$$x = \frac{4(a + b) \mp 4\sqrt{(a + b)^2 - 3ab}}{24}$$

$$x = \frac{4(a+b) \mp 4\sqrt{(a+b)^2 \left[1 - \frac{3ab}{(a+b)^2}\right]}}{24}$$

Y así

$$x = \frac{4(a+b) \mp 4(a+b)\sqrt{\left[1 - \frac{3ab}{(a+b)^2}\right]}}{24}$$

Finalmente:

$$x = \frac{(a+b) \left[1 \mp \sqrt{\left[1 - \frac{3ab}{(a+b)^2}\right]}\right]}{6}$$

Aquí se les pregunta los estudiantes, ¿de que “habla” el caso en que $\mathbf{b = a}$?. Ellos deben construir la respuesta; tendremos el caso ya visto de una caja construida con una placa cuadrada de lado $\mathbf{a \text{ dm}}$. Y en consecuencia, obtener los mismos resultados.

Ellos por si solos deben deducir que la ecuación anterior nos da:

$$x = \frac{2a \left[1 \mp \sqrt{\left[1 - \frac{3a^2}{4a^2}\right]}\right]}{6}$$

Esto es:

$$x = \frac{a \left[1 \mp \frac{1}{2}\right]}{3}$$

Desde donde obtendrán que:

$$x_1 = \frac{a}{6} \quad \text{y} \quad x_2 = \frac{a}{2}$$

Concluyendo con el caso ya analizado.

Ahora al estudiante se le pueden seguir planteando preguntas como: ¿Es posible que el modelo entregue una sola solución?. ¿Cómo sería la gráfica volumen versus \mathbf{x} , ¿qué parte de la gráfica representa la realidad y cuál es sólo parte del modelo?, ¿Qué y cómo se manifiestan los 7 pasos de la modelación expresados en la Introducción?.

Proponemos que en ningún momento, en estos ejemplos y otros, que sigan la propuesta el profesor expondrá la solución de un problema, no sustituyendo al estudiante en el razonamiento, de este modo el trabajo será congruente con la propuesta Socioconstructivista.

CONCLUSIONES

La propuesta de inducir aprendizajes en torno al modelamiento matemático, de la forma como ha sido planteado; de interacción estudiante-estudiante, estudiante-profesor,

es congruente con la teoría socioconstructivista, y además “genera beneficios más allá de la construcción de conocimientos permitiendo al estudiante desarrollar habilidades sociales de comunicación argumentativa, actitudes reflexivas, analíticas, críticas, y de valores de respeto y responsabilidad” (Camarena G. ,2014).

Si bien hay un aumento en las tasas de aprobación en lo cual podrían incidir también otros factores, percibimos que estamos entregando una propuesta que va más allá de la asignatura en la cual ha sido aplicada por cuanto estamos no sólo instalando el modelado matemático como un eje central para la formación del ingeniero, aplicable como un resultado de aprendizaje transversal para cursos posteriores, sino que con ello favorecemos la interacción social generadora de aprendizajes. Los estímulos, al docente que adhiere a la propuesta, en nuestro caso, vienen de comentarios favorables que emiten algunos estudiantes en la encuesta de opinión al desempeño docente que la dirección general de docencia entrega en forma confidencial al profesorado.

La planificación de las actividades de esta propuesta consume un tiempo considerable muy superior al requerido en la preparación de una clase tradicional. No obstante, esto es compensado por la satisfacción que otorga el hecho de saber que se están logrando mejores aprendizajes significativos.

Por otra parte se plantea la hipótesis, que genera un problema abierto, que el aprendizaje y uso del modelado matemático podrá permitir un logro más temprano de resultados de aprendizaje de desempeño, y con ello una optimización temporal en la formación del ingeniero.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen a: la Dirección General de Docencia (DGD), al Centro de Innovación a la Docencia (CEDID), al Decanato de la Facultad de Ingeniería, al Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas, de la Universidad Católica de Temuco, por la oportunidad presentar la presente propuesta para el beneficio de la formación de estudiantes de ingeniería.

REFERENCIAS

[1] Joseph L. Polman, 2010. La zona de desarrollo próximo de la identidad en entornos de aprendizaje de oficios Revista de Educación, 353. Septiembre-Diciembre 2010, pp. 129-155. Revista de Educación, 353. Septiembre-Diciembre 2010, pp. 129-155.

[2] Edith Inés Ruíz Aguirre, y otros, 2012 “Aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales y sus bases socioconstructivistas como vía para el aprendizaje significativo”. Apertura. Revista de Innovación Educativa. Inicio > Vol. 4, Núm. 2 (2012).

[3] Néstor Daniel Roselli, 2011, teoría del aprendizaje colaborativo y teoría de la representación social: convergencias y posibles articulaciones, Revista Colombiana de Ciencias Sociales I Vol. 2 I No 2 I PP. 173-191 I julio-diciembre I 2011 I ISSN: 2216-1201 I Medellín-Colombia.

[4] <http://www.eici.ucm.cl/descargas/sochedi/Sandoval-Vicente.pdf>

[5] Thomas Moore, 2005, FÍSICA. Seis ideas fundamentales, Edit, Mc Graw Hill

[6] Pilar Garcia Roviera, 2005, Enseñar ciencias en el nuevo milenio, Quintanilla, Aduriz-Bravo, Editores.

[7] La modelación matemática en la formación del Ingeniero. https://www.researchgate.net/publication/271183090_La_modelacion_matematica_en_la_formacion_del_ingeniero

[8] Hugo Kofman- Cristina Cámara. Limitaciones de un Modelo Físico Idealizado. Edición Universidad Nacional de Litoral. Santiago del Estero Santa Fe- Argentina.

[9] V. Sandoval R, F. Jaramillo M. "Proyecto ICERCA. Ciclos Experienciales y una Didáctica para el Fortalecimiento de Competencias Básicas Matemáticas en Estudiantes de Primer año de Ingeniería". Anales XXV Congreso Chileno de Educación en Ingeniería.

[10] María Lucía Brito-Vallina, y otros 2011. "El Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros". http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442011000200005.

[11] Camarena, G, 2014. " La matemática social en el desarrollo integral de alumno". Innovación Educativa, ISSV 1665-2673, mayo-agosto, 2014

CAPÍTULO 9

RESULTADOS DE APRENDIZAJE EN CURSOS DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UCTEMUCO CONTRIBUYENDO A LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO FORMATIVO

Data de aceite: 01/05/2022

Carmen Soledad Yáñez

Universidad Católica de Temuco

Valeria Carrasco

Universidad Católica de Temuco

Vicente Sandoval

Universidad Católica de Temuco

Ciro González

Universidad Católica de Temuco

Héctor Turra

Universidad Católica de Temuco

RESUMEN: El presente trabajo tiene como propósito destacar la importancia de los Resultados de Aprendizajes (RA), entendidos estos como, *“una declaración explícita de lo que espera que el estudiante sea capaz de demostrar al finalizar el proceso de enseñanza y aprendizaje (curso), en términos de un saber actuar complejo en situación”*, es decir, describe lo que él o la estudiante puede hacer (y hace) con lo que “sabe”. La efectiva formulación de estos contribuye a una optimización del proceso formativo en particular en cursos de Ciencias Básicas de las carreras de la Facultad de Ingeniería y Facultad de Recursos Naturales, tales como: Álgebra, Cálculo I, Cálculo II. El Modelo Educativo por Competencia de la UCTemuco, se implementa en ambas Facultades desde el año 2010, y hasta el 2013 logra modificaciones y cambios Macro-curriculares

y luego se suman paulatinamente los cambios micro-curriculares, entre ellos la redefinición de los RA. Con la redacción de uno o más RA por asignatura permite avanzar en la evidencia paso a paso de la formación del estudiante, sin necesidad de esperar al final de su itinerario formativo para saber si es o no capaz de hacer lo declarado en el perfil de egreso. Dicha actividad micro curricular, contribuye a acercar el perfil de egreso de la carrera y optimizar su formación integral.

PALABRAS CLAVE: Resultado de Aprendizaje, formación por competencias, cursos ciencias básica

INTRODUCCIÓN

El mundo de hoy se caracteriza por cambios trascendentales como la globalización, el impacto de las tecnologías de la información y el aumento exponencial del conocimiento, lo que hace pensar en una enseñanza universitaria diferente donde los nuevos estudiantes universitarios, necesitan construir competencias que les sean útiles para su vida profesional. Asumiendo que la sociedad del conocimiento está dando paso a la sociedad del aprendizaje, es necesario que las universidades centren sus esfuerzos educativos en este nuevo paradigma, lo que ha llevado a muchas de estas instituciones a comenzar su rediseño curricular bajo un enfoque por competencia (Jabiff, 2007).

La UCTemuco ha definido un Modelo

Educativo basado en Competencia cuyos principales lineamientos, se evidencian en cinco ejes principales: Formación Basada en Competencias; Aprendizaje significativo y Centrado en el estudiante; Las TIC'S en el proceso de Enseñanza y Aprendizaje; Educación Continúa; Formación Humanista y Cristiana (UCT, 2007).

El primer eje del modelo educativo “formación basada en competencias”, especifica las competencias como una herramienta de formación general, enfocada en el desarrollo integral de los estudiantes. Es decir, considera las competencias como:

“un saber actuar movilizandolos recursos propios y ajenos para resolver problemas reales de manera efectiva y éticamente responsables, con creatividad e innovación Los recursos se refieren de manera especial a los distintos saberes(ser, saber y saber hacer)que de manera integrada se transforman en dispositivos que será utilizados por la persona competente”(UCT 2007)

Se establecen dos tipos de competencias, las específicas y las genéricas. Cada una de las asignaturas del itinerario formativo de cada carrera, tiene asignado, por lo menos una competencia genérica y una específica (Tobón, 2005). Entendiendo las competencias genéricas como aquellas que *“permiten el desarrollo de las personas tanto en su dimensión intrapersonal como de interacción con otros”(UCT,2007)* y las específicas como aquellas que *“reflejan el desempeño propio de cada profesión o de cada programa de formación”(González y Wagenaar,2003 cit en UCT,2007)*

Estas competencias se evidencian en forma integrada, lo cual debe estar bien establecido en los Resultados de Aprendizajes (RA), cuya definición inicial es: *“son aquellos que **permiten** establecer patrones en lo que respecta al nivel requerido de contenido y el conocimiento teórico y/o experimental relacionado con cada área de estudio, a las destrezas académicas y de cada área temática y a las competencias genéricas”*. También se establece que: un RA, *“es una proposición que establece aquello que se espera que un estudiante sepa, comprenda y sea capaz de demostrar después de completar un proceso de aprendizaje”*. Y que al mismo tiempo es *“aquello que el estudiante efectivamente logró y que debe demostrar en la ejecución de una tarea*. De esta forma podemos decir que, las competencias son desempeños generales ante problemas, en cambio los RA son logros específicos que evidencian de forma concreta y tangible la formación y la posesión de una competencia en un determinado nivel.

Considerando todo lo anterior, la Dirección General de Docencia, el año 2014 ha definido los resultados de Aprendizaje como *“declaraciones explícitas de lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer o demostrar al finalizar el curso. Entendiendo este “hacer” como un “saber actuar complejo” y no como un listado de acciones o tareas a ejecutar”*. Al hablar de “saber actuar complejo”, es aquel que se expresa en términos de desempeños o actuaciones que realizan los profesionales al enfrentar situaciones propias del ejercicio profesional en contextos o ámbitos donde llevan a cabo su quehacer. Y

estos desempeños o actuaciones profesionales, integran operativamente los niveles de dominio de las competencias genéricas y específicas a las que tributa el curso. Por ello, se podría decir, que los resultados de aprendizaje son micro competencias integradas y contextualizadas a un curso (DGD, 2014).

Los desempeños o actuaciones profesionales para su desarrollo requieren la integración y movilización de contenidos de diversa naturaleza (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y procedencia (internos y externos). Estos contenidos no son un fin en sí mismo, si no medios o recursos (dinámicos y variables) requeridos para lograr dichos desempeños o actuaciones profesionales esperados.

En síntesis, la formulación de los resultados de aprendizaje debe considerar los siguientes componentes:

Verbo de acción + objeto o foco de actuación + contexto o ámbito profesional.

Verbo de acción: se sugiere idealmente seleccionar un solo verbo (en indicativo), que permita identificar la actuación que demostrará el estudiante al finalizar el curso. Este verbo debe ser coherente con la complejidad del desempeño o actuación que se llevará a cabo y ser coherente con los niveles de dominio de las Competencias Genéricas y Específicas que integra.

Objeto o foco de actuación: se refiere al desempeño profesional que deberá demostrar el estudiante. A su vez, este desempeño o actuación profesional requerirá para su realización, la integración de distintos saberes o contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que se movilizan frente a una situación o un conjunto de situaciones profesionales.

Contexto profesional: se refiere al escenario o ámbito de quehacer profesional donde se lleva a cabo la actuación o desempeño profesional. (DGD, 2014)

Una vez establecidas y publicadas las definiciones anteriores, se procede a la capacitación docente, para una correcta formulación de los RA en cada una de las asignaturas del itinerario formativo y de la misma forma de su evaluación que se ha denominado Evaluación Integrada de Desempeño (EVD).

De suma importancia son los procedimientos evaluativos, ellos están dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje, por lo que es necesario afirmar que *“la evaluación es entendida como un proceso articulado a las distintas experiencias de aprendizaje”* (DGD, 2012). Estos procedimientos han sido clasificados en:

“Evaluaciones focalizadas de contenidos: son evaluaciones que permiten que el estudiante demuestre la aplicación o utilización de contenidos (ya sea conceptuales, procedimentales o actitudinales) en determinadas situaciones o problemas profesionales”. (DGD, 2012).

“Evaluaciones integradas de desempeño: son evaluaciones orientadas a que el estudiante demuestre las actuaciones o desempeños profesionales en contexto, integrando y movilizandoo contenidos de diversa naturaleza y

procedencia (también denominada evaluación compleja o auténtica)” (DGD, 2012).

Algunas preguntas claves, son de utilidad para pensar en el RA: ¿Qué se espera que el estudiante muestre al final de este curso?, ¿Qué debe demostrar el estudiante para aprobar este curso?, ¿cómo aquellos desempeños o actuaciones le sirven o son de utilidad al estudiante para el ejercicio profesional?, ¿en qué situaciones o contextos profesionales el estudiante requerirá demostrar estos desempeños?

Los proyectos como los planes de Mejoramiento (PM) del MECESUP, y los internos como los Proyectos de Innovación Docente (PID), han sido el apoyo para que se puedan generar cambios más bien micro.curricular, y en particular el Departamento de Ciencias Matemáticas y Física, ha tenido que cumplir la tarea de redactar estos RA, en conjunto con las carreras, dirección curricular y la orientación de un asesor del CEDID.

En el año 2013, a través del PM 1309, el cual ha puesto el foco en la dificultades asociadas al aprendizaje de los alumnos de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Recursos Naturales, en particular en los cursos de ciencias básicas, los cuales poseen una complejidad multidimensional. Es así, que con este proyecto se pone en marcha la tarea para docentes del departamento de Ciencias Matemáticas y Física, y se comienza con el trabajo de transformación de cursos (cambios a metodologías activas como clase al revés, trabajo entre pares, renovación Guía de Aprendizaje (GA) (recurso pedagógico que propone la “ruta” a seguir en el curso) e incorporación de las evaluaciones de desempeño) y para ello se consideran los cursos: Álgebra en Contexto PCI1104, Física I PCI 1101, Cálculo I PCI 1106 de la Facultad de Ingeniería y Álgebra MAT 1108 para la Facultad de Recursos Naturales. Y luego a través de un proyecto de Docencia Interno (PID), se transforman otro curso de estas Facultades. Estos son: INFO 1141, Cálculo I ADM 1109 de la carrera de Ingeniería Comercial, Cálculo II MAT 1118, Física II MAT1128 (PCI 1108), para las carreras I.C. Industrial, I.C. Química, I.C. Geológica, I.C. Plan Común y I.C. en Obras Civiles, todos de la Facultad de Ingeniería donde el impacto es mayor en términos de avance en el itinerario formativo del alumno para su titulación oportuna. Pero esta transformación no sería posible sin el apoyo de expertos pedagógicos para la renovación de la guía, sin los ayudantes que mantienen digitalizada la plataforma y poblada. En cada uno de estos cursos son profesores de planta que coordinan y se han hecho cargo de la renovación de la GA, lo que significa la renovación del curso completo incorporando metodologías de aprendizaje innovadoras (Clase al Revés), uso de tecnologías modernas de la información (videos, evaluaciones on-line), y se espera digitalizar en un 100% la Plataforma Educa.

DESARROLLO

Se muestra en este ítem primero una situación general de cada uno del curso transformado, en Tabla 1 los objetivos (Modelo Tradicional) y los RA actualizados al

2017(Modelo Educativo por Competencia). Luego se muestra un caso particular de un curso de la Facultad de Ingeniería en Tabla 2 a la 6, parte de la GA del curso, donde se evidencia los elementos importantes a considerar.

Curso	Objetivos	RA
Algebra en Contexto MAT 1115 (MAT 1271)	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollar la operatoria básica contemplados en la signatura de matemática de la enseñanza media. -Reconocer y utilizar adecuadamente los diferentes tipos de funciones. -Resolver ecuaciones polinomiales, trigonométricas, logarítmicas y exponenciales. -Reconocer y analizar algunas cónicas básicas -Relacionar los conceptos matemáticos con áreas de la ingeniería y a fines 	<p>RA1: Utiliza operatoria y procedimientos algebraicos para dar respuesta a diversos requerimientos en el diseño y planificación de proyectos ingenieriles, utilizando el lenguaje propio del razonamiento lógico-matemático (CG: Comunicación Oral y Escrita; CE: Aplica el razonamiento lógico-matemático).</p> <p>RA2: Aplica modelos funcionales en la resolución de problemas ingenieriles en procesos termodinámicos, económicos, de costos y proyección, utilizando el lenguaje propio del razonamiento lógico-matemático (CG: Comunicación Oral y Escrita; CE: Aplica el razonamiento lógico-matemático).</p> <p>RA3: Utiliza la trigonometría en la estimación y cálculo de medidas, distancia en terrenos y obras de infraestructura, utilizando el lenguaje propio del razonamiento lógico-matemático (CG: Comunicación Oral y Escrita; CE: Aplica el razonamiento lógico-matemático).</p>
Cálculo I MAT 1117 (MAT 1740)	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender la idea de límite de una función y calcular límites de funciones. -Distinguir entre funciones continuas y discontinuas. -Calcular derivadas de funciones -Aplicar las derivadas en la resolución de problemas. -Usar software especializado para comprobar y resolver aspectos de la operatoria en la búsqueda de solución a problemas del Cálculo Diferencial. 	<p>RA1: Resuelve en equipo problemas de los ámbitos físico-naturales e ingenieriles aplicando el modelo analítico de la cónica correspondiente, desarrollando el razonamiento lógico-matemático requerido para actuar efectivamente en procesos civiles industriales.</p> <p>RA2: Resuelve colaborativamente problemas que involucren razones de cambio y optimización en los ámbitos de las ciencias básicas y de la ingeniería, aplicando criterios y técnicas del cálculo diferencial en una variable, que permitan discernir las mejores opciones que respondan a necesidades identificadas en procesos industriales y de obras civiles.</p>
Algebra MAT 1108 (MAT 1710)	<ul style="list-style-type: none"> -Operar fluidamente y conocer técnicas en la resolución de problemas en el cuerpo de los números reales, para enfrentar con éxito temas posteriores de esta asignatura y sus aplicaciones en los cursos que lo requieran. -Reconocer y utilizar adecuadamente los diferentes tipos de funciones. -Resolver ecuaciones polinomiales, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas, para utilizarlas en la resolución de problemas de aplicación. -Relacionar los conceptos matemáticos con áreas temáticas de las carreras. 	<p>RA1: Resuelve problemas contextualizados a los ámbitos de los recursos, fenómenos naturales y procesos productivos utilizando operatoria y propiedades numéricas como algebraicas, al igual que estrategias de aprendizaje útiles para su resolución (CE: Análisis e interpretación de información científica; CG: Aprendizaje Autónomo)</p> <p>RA2: Interpreta modelos matemáticos para el análisis de información científica del área de los Recursos naturales, utilizando propiedades y gráficas de las funciones reales, seleccionando estrategias y hábitos de estudio que le sean más útiles. (CE: Análisis e interpretación de información científica; CG: Aprendizaje Autónomo)</p>

<p>Elementos de Álgebra para la Computación INFO 1141 (MAT 1712)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Conocer y operar con sistemas de numeración de distintas bases, y aplicarlos a problemas propios de la especialidad. -Conocer y utilizar la notación de sumatoria y sus propiedades. -Aplicar el Principio de Inducción en la demostración de propiedades. -Reconocer al conjunto de los números reales como un cuerpo ordenado, y operar adecuadamente en la resolución de ecuaciones e inecuaciones y sus aplicaciones. -Aplicar elementos de lógica en los razonamientos conducentes a la resolución de problemas, y en la comunicación de los resultados obtenidos para ellos. -Identificar cierto tipo de funciones como modelos matemáticos aplicables a determinados problemas relacionados con el campo profesional. -Identificar propiedades de las funciones y reconocerlas en las funciones más características. -Resolver ecuaciones polinomiales, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas. 	<p>RA1:Resuelve problemas que involucran programación de software, manejo de bases de datos y optimización, utilizando elementos de lógica, teoría de conjuntos y programación lineal (CG: Trabajo en equipo (N 1); CE: Aplica las ciencias de la Ingeniería (N 1)).</p> <p>RA2:Resuelve situaciones problemáticas que requieren de la interpretación de gráficas aplicadas a distintas Leyes de la Informática, aplicando los modelos funcionales (CG: Trabajo en equipo (N 1); CE: Aplica las ciencias de la Ingeniería (N 1)).</p>
<p>Cálculo I ADM 1109</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comprender la idea de límite de una función y calcular límites de funciones. -Distinguir entre funciones continuas y discontinuas. -Calcular derivadas de funciones -Aplicar las derivadas en la resolución de problemas. -Usar software especializado para comprobar y resolver aspectos de la operatoria en la búsqueda de solución a problemas del Cálculo Diferencial. 	<p>RA1: Utiliza las técnicas de derivación para el análisis de información sobre situaciones de la microeconomía (análisis Marginal), dando respuestas novedosas para resolver mejor las demandas del mercado. (CG: Creatividad e innovación; CE: Propone soluciones a problemas de economía)</p> <p>RA2:Resuelve problemas de optimización en el contexto de los negocios y la economía(costo, utilidad , producción) proponiendo respuestas creativas para la toma de decisiones.(CG: Creatividad e innovación; CE: Propone soluciones a problemas de economía)</p>
<p>Cálculo II MAT 1118 (MAT 1741)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Calcular antiderivadas de una función aplicando fórmulas y usando un programa computacional -Comprender y manejar el desarrollo del concepto de integral definida a partir de los valores aproximados del área bajo una curva. -Resolver problemas de aplicación de las integrales definidas, como cálculo de áreas, volúmenes, trabajo, centros de masa y momentos. -Representar funciones como series de potencias. -Resolver problemas de aplicación usando un programa computacional. 	<p>RA1: Resuelve problemas, en el contexto de la ingeniería civil, asociados a alguna de las aplicaciones de la integral en una variable, utilizando de manera pertinente las distintas técnicas y propiedades de la integral indefinida y definida y seleccionando las estrategias más adecuadas para su solución.</p> <p>RA2: Resuelve problemas, en el contexto de las ciencias básicas y de la ingeniería civil que involucran modelos derepresentación de una función en una variable por medio de una serie adecuada yutilizando las estrategias más pertinentes para su solución.</p>

Tabla 1. Objetivos y Resultados de Aprendizajes.

CASO: CURSO DE MATEMATICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Uno de los elementos importantes en el desarrollo de este curso es la Guía de

Aprendizaje (GA), en las Tabla 2 a la Tabla 6, se muestra parte de esta GA, cuyo principal objetivo es guiar al docente en su tarea clase a clase, y en particular, la identificación del curso, competencias, RA y lo más relevante la matriz de coherencia que permite que el curso esté alineado, es decir, RA, metodología y evaluación.

Nombre del Curso	CALCULO II			Código	Créditos	P	M	A	PMA Semestral	Semestre - Año	Año Versión
				MAT1118	5	3	1	4	136	2-1	2016
Curso con Ayudantía	Horas ayudantía	Nombre Ayudante									

Tabla 2. Datos del curso.

Nombre y Apellidos	Valeria Carrasco Zúñiga	Grado Académico	Magister en Matemáticas
Fono Oficina	45+2205656	Email Institucional	vcarrasc@uctemuco.cl
Horario de Atención	En Plataforma Educa-Moodle	Unidad Académica a la que pertenece el curso	Facultad de Ingeniería

Tabla 3. Datos del Docente.

Nombre	Aprendizaje Autónomo		
Definición	Se responsabiliza de su propio aprendizaje, lo que lo lleva a utilizar procesos cognitivos y meta cognitivos para aprender, de forma estratégica y flexible, en función del objetivo de aprendizaje.		
Nivel	1	Definición del nivel	Conoce y utiliza estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio y trabajo, seleccionando los que le son útiles, según sus necesidades de aprendizaje

Tabla 4. Competencias Genéricas.

Nombre	Razonamiento lógico-matemático.		
Definición	Aplica el razonamiento lógico-matemático en contextos propios de la Ingeniería Civil.		
Nivel	2	Definición del nivel	Resuelve problemas de mediana complejidad, vinculando varios elementos del razonamiento lógico-matemático y así, varias de las herramientas básicas de la Ingeniería Civil.

Tabla 5. Competencias Específicas.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos(conceptuales, procedimentales y actitudinales que se requieren para lograr los resultados de aprendizaje)	Procedimientos evaluativos (Explicitar ponderación)		Métodos de enseñanza y aprendizaje y/o Técnicas didácticas
		E. Focalizadas de contenidos	E. Integradas de desempeño	
<p>RA1: Resuelve problemas, en el contexto de la ingeniería civil, asociados a alguna de las aplicaciones de la integral, utilizando de manera pertinente las distintas técnicas y propiedades de la integral indefinida y definida en una variable y seleccionando las estrategias más adecuadas para su solución.</p> <p>(CG: Trabajo autónomo. CE: Aplica el razonamiento lógico-matemático).</p>	<p>Conceptuales: Comprende el concepto de Antiderivada e Integral indefinida como inversa de la derivada. Conoce las reglas de antidiferenciación directa. Relaciona la regla de la cadena con la técnica sustitución simple. Identifica las Técnicas básicas de integración. Deduce el Área bajo una curva por aproximaciones de suma de áreas de rectángulos. - Comprende el concepto de Integral Definida y Suma de Riemann. - Comprende el TFC y TVM -Identifica las aplicaciones de la integral definida: Cálculo de áreas, Cálculo de volúmenes, Longitud de arco, Área de una superficie de revolución, Trabajo, Centro de masa. -Comprende las Integrales impropias y convergencia. Procedimentales: Calcula antiderivadas comprobando sus resultados. Calcula integrales indefinidas aplicando la técnica de integración adecuada. Calcula integrales definidas aplicando los teoremas fundamentales. -Gráfica y calcula el área entre curvas. -Calcula volumen de sólidos de revolución. - Calcula integrales impropias identificando gráficamente la región de área a calcular. -Resuelve problemas que involucran alguna de las aplicaciones estudiadas. Actitudinales: -Valora el uso de las integrales definidas en la modelización</p>	<p>Controles y Talleres Grupales promedio pondera (15 %) Tareas, cuestionarios e Informes, autónomas, promedio ponderado (10%)</p> <p>Control N°1: -Taller Grupal N°1: Tareas autónomas Con cargo al 10% Control N°2: Se evalúa por lo menos dos de los métodos de integración -Taller Grupal N°2: Trabajo en equipo con los roles de cada uno bien definidos. Tema: aplicaciones en contexto.</p> <p>PRUEBA 1. (20%) PRUEBA 2. (20%) Control3.</p>	<p>Proyecto 1: (35%) El desarrollo del proyecto se realiza en dos fases. La primera fase busca que los estudiantes de Ingeniería Civil partan de un punto en común que tienen las diferentes subdivisiones de ésta profesión (15%) En la segunda fase se busca que logren resolver de forma objetiva y efectiva problemas del área de la Ingeniería Civil. (20%)</p>	<p>Clase Invertida. Lluvia de ideas Aprendizaje entre pares Análisis de textos y/o apuntes. Resolución de problemas. Trabajo en equipo y colaborativo. Clase expositiva combinada para profundizar contenidos y ejemplificación de los mismos. Clases prácticas basadas en el trabajo de los estudiantes. Clases prácticas basadas en contenidos de clase. Fortalecimiento del trabajo autónomo como un método de enseñanza. Aprendizaje basado en Proyectos.</p>

NORMAS ESPECÍFICAS DE EVALUACIÓN

Las normas específicas de evaluación para este curso como lo muestra la tabla 4, han modificado su presentación para el alumno, pues su enfoque claramente tiene directa relación y pertinencia con los RA. Las evaluaciones focalizadas, se realizan en forma escrita individual y/o grupal, las evaluaciones N°1,2 y 3 son escritas individuales, los talleres grupales y las evaluaciones integradas de desempeño son grupales en trabajo mixto (aula y horas autónomas o fuera de aula), para ello los alumnos reciben una rúbrica que los orienta y dirige.

	Evaluación	Fecha	Ponderación	
RA1 30%	a. Evaluación N° 1 (focalizada)	V: 02 – Oct - 2015	25%	A
	b. Controles, Talleres grupales (focalizada)		15%	
	c. Tareas y/o Informes (focalizada)		10%	
	Proyecto 1 (integrada de desempeño)		50%	
RA2 70%	a. Evaluación N°2	V: 06 – Nov -2015	20%	B
	Evaluación N°3	V: 11 – Dic - 2015	20%	
	b. Controles, Talleres grupales		15%	
	c. Tareas y/o Informes		10%	
	Proyecto2		35%	
	Examen semestral	18- Dic - 2015	30%	C

Tabla 4. Normas Específicas de Evaluación.

PAUTA EVALUACIÓN INTEGRADA DE DESEMPEÑO RA1 CÁLCULO II: MAT1118

Descripción

El presente documento sistematiza la información para que puedas desarrollar correctamente el proyecto de Resolución de un problema en contexto, utilizando recursos tecnológicos, si es necesario, una Aplicación de la Integral Definida en la Ingeniería Civil. Proyecto en el cual se integra las competencias específicas y genéricas a desarrollar en el RA1 del curso.

Instrucciones

Todo grupo deberá seguir cada una de las acciones indicadas en ambas fases, aspecto que será monitoreado por la profesora y/o el ayudante-alumno del curso.

Primera Fase:

Contenidos de la fase del proyecto.

1. Realice una investigación exhaustiva sobre el campo laboral y actividades que realiza un ingeniero civil en su área específica (si los integrantes son de diferentes carreras deben incluir las carreras de cada uno), para ello debe incluir al menos la entrevista a un profesional afín a su área.

Segunda Fase:

Contenidos de la fase del proyecto.

Problema Principal

En una ciudad debido al aumento sustantivo de la población es necesaria la construcción de un acumulador de agua. Se conoce que el consumo promedio de agua potable por vivienda en un día es de $0,6283 \text{ m}^3$. Por otra parte este debe ser capaz de abastecer a 9.375 viviendas por lo menos durante 5 días sin ser rellenada.

Por otra parte debido a las condiciones de viento y terreno es recomendable que el

acumulador corresponda a una estructura obtenida por la rotación de una parábola en torno a un eje central, resultado una estructura como la que se puede apreciar en la figura 1.

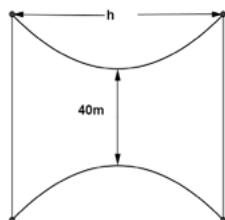


Figura 1

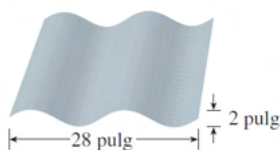


Figura 2



Figura 3

Según como se señala en la figura 1 el diámetro menor de la estructura corresponde a 40 m y además la zona que almacenará el agua tendrá una extensión de sólo 1/3 de la altura (h) del acumulador, y esta será medida desde la el extremo superior de este.

Por otra parte, la superficie lateral del acumulador de agua potable será revestida por una plancha metálica con un diseño como el que aparece en la figura 2. La plancha tiene una extensión de 28 pulgadas de largo, por 30 pulgadas de ancho y 2 pulgadas de espesor. Por un tema de costos y debido a que la empresa constructora cuenta con la maquinaria y experiencia necesaria decide comprar las planchas metálicas en bruto y dar ellos la forma ondulada. La forma se da en base a la ecuación $y = \text{sen}\left(\frac{\pi x}{7}\right)$. Las planchas metálicas corresponden a planchas planas como lo muestra la figura 3. En base a lo expuesto anteriormente:

1. Determine la longitud de las planchas planas (w) que debe comprar la empresa para fabricar el revestimiento del acumulador de agua.
2. Realizar una estimación de cuántas planchas comprar la empresa constructora para el revestimiento lateral completo del acumulador de agua.

Sugerencia: Para efectos del cálculos de volumen utilice a $\pi = 3$, trabaje con números de por lo menos 8 cifras decimales y los resultados finales sin cifras decimales (Aproximados a la unidad).

Además utilice algún software para la resolución de ecuaciones polinomiales (cuadráticas, cúbicas, etc.) Por ejemplo: geogebra o recursos online como http://www.gyplan.com/es/eqcubic_es.html

III. Normas:

1. Este Trabajo será desarrollada por los equipos formados.
2. Los productos de esta fase son un informe y un video, cuyas reglas se anexarán
3. Copia o plagio se califican con la nota mínima.

CONCLUSIONES

1. El RA describe lo que los estudiantes pueden hacer con lo que saben cómo resultados de las experiencias de aprendizaje en el curso
2. El RA es multidimensional, pues incluye conocimiento habilidades y actitudes.
3. El RA es algo que los estudiantes pueden utilizar en situaciones profesionales como personales
4. El RA es apropiado para la misión de la carrera y su perfil de egreso
5. El RA concretiza las competencias genéricas y específicas definidas para el curso
6. Las competencias integradas en el RA en cursos de Ciencias Básicas permiten la formación integral del futuro Ingeniero
7. La eficiente formulación de un RA, orienta el alineamiento constructivo establecido en la matriz de Coherencia en la GA, lo que permite la optimización en el proceso formativo.

REFERENCIAS

DGD, (2012). Orientaciones para la Renovación Curricular. Elaboración de Guías de Aprendizaje. Temuco Universidad Católica de Temuco. [http://www.cedid.uct.cl/img/info8/renov_curric_5%20\(1\)_3_20140830164216.pdf](http://www.cedid.uct.cl/img/info8/renov_curric_5%20(1)_3_20140830164216.pdf)

Dirección General de Docencia, 2014. Orientaciones para la Renovación Curricular. Elaboración de Guías de Aprendizaje.

González, J y Wagenaar, R(Eds)(2003). Tuning Educational structures in Europe. Informe Final. Fase 1. Bilbao, Universidad de Deusto

Jabif, L. 2007, La docencia Universitaria bajo un enfoque de competencias.

Tecnológico de Monterrey, 2000. Las técnicas didácticas en el modelo educativo del tec. De Monterrey.

Tobón, S (2005). Formación basada en Competencia. Pensamiento Complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá :ECOE.

Universidad Católica de Temuco, 2007, Modelo educativo UC temuco. Principios y Lineamientos.

EFEECTO DE LA TÉCNICA DE DESHIDRATACIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DE *Tropaeolum tuberosum*

Data de aceite: 01/05/2022

Data de submissão: 25/04/2022

Tamara Fukalova

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad
Central del Ecuador
Quito-Ecuador
ORCID: 0000-0001-9547-0002

Villacrés Poveda Elena

Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental
Santa Catalina
Ecuador
ORCID: 0000-0001-9660-5845

Alemán Reyes Julissa

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad
Central del Ecuador
Quito-Ecuador
ORCID: 0000-0002-6115-8472

Almeida Shapán Rita

Consultora Independiente
Quito-Ecuador
ORCID: 0000-0002-1281-1316

RESUMEN: Los tubérculos andinos son nutritivos y aportan compuestos bioactivos, Uno de estos tubérculos es mashua que está desvalorizada y en vías de extinción. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos técnicas de deshidratación sobre el contenido de carotenoides totales y β -caroteno de cuatro variedades de mashua. La deshidratación redujo el contenido de humedad en todas las variedades, mostrando que el mejor

método es la liofilización que ayudó a reducir la humedad desde 88,7% hasta 5,13%, mientras que mediante secado en bandeja, la humedad se redujo hasta 8,80%. Concomitantemente la concentración de carotenoides fue mayor en muestras liofilizadas que las secadas en bandeja, lo que también dependió del genotipo. El valor máximo ($40.89 \pm 0.24 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) correspondió al genotipo ECU-8788, mientras que el valor mínimo ($5.18 \pm 0.04 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) se registró en ECU-1107. La concentración de b-caroteno no fue afectada por la técnica de deshidratación, obteniendo concentraciones similares con las dos técnicas. El valor máximo fue para ECU 8788 con $1959.24 \pm 68.48 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (secado en bandeja) y $1906.83 \pm 29.38 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (liofilizado). El estudio permite concluir que la mashua deshidratada por liofilización es una fuente promisoría de carotenoides totales.

PALABRAS CLAVES: b-caroteno, carotenoides, deshidratación, tuberculo mashua, valor nutritivo

DEHYDRATION SYSTEM EFFECT ON THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS OF *Tropaeolum tuberosum*

ABSTRACT: Andean tubers are highly nutritious and contribute bioactive compounds. One of these tubers is mashua, that is devalued and in danger of extinction. For this reason, the objective of this study was to evaluate two dehydration techniques effect on the total carotenoid content and b-carotene of four mashua varieties. The moisture content reduced by dehydration in all varieties, showing that the best method is lyophilization that reduce humidity from 88.7% to 5.13%, while by tray drying, humidity was reduce to 8.80 %.

Concomitantly, the concentration of carotenoids was higher in lyophilized samples than in tray-dried samples, that also depended of genotype. The maximum value was $40.89 \pm 0.24 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ in genotype ECU 8788, while the minimum value $5.18 \pm 0.04 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ was recorded in ECU 1107. The b-carotene concentration was not affected by the dehydration technique, obtaining similar concentrations with the two techniques. The maximum value was for ECU 8788 with $1959.24 \pm 68.48 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (tray drying) and $1906.83 \pm 29.38 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (lyophilized). The study concludes that mashua dehydrated by lyophilization is a promising source of total carotenoids.

KEYWORDS: b-carotene, carotenoids, dehydration, mashua tubercle, nutritional value

1 | INTRODUCCIÓN

De acuerdo con *The Six Pillars of Food Sovereignty, developed at Nyéléni* (Food Secure Canada, 2007), uno de los seis pilares plasma que la comida es algo mas que una mercancía. Sin el derecho a la alimentación no puede asegurarse la vida, ni la dignidad humana. Para consolidar estos derechos básicos durante las últimas décadas, FAO fomenta la soberanía y seguridad alimentaria (FAO, 2020). Esta situación ha impulsado promover activamente la producción y la productividad de los alimentos a fin de enfrentar la demanda futura, sustentando el desarrollo de la producción y consumo de alimentos regionales, que garanticen una alimentación nutritiva y segura.

Las virtudes de las dietas ancestrales de algunos pueblos se han investigado sobradamente sobre todo las que presentan bajas incidencias de algunas patologías. Sin embargo, aún no se conoce el impacto en la salud humana de las dietas que consumen alimentos andinos poco extendidos en el mundo occidental. Este es el caso de Ecuador (Guil Guerrero, 2015) donde, como en otros países de la región, existen productos andinos altamente nutritivos y culturalmente apropiados. Entre estos, se encuentran los tubérculos andinos como mashua, zanahoria blanca, melloco y otros.

El tubérculo *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón (mashua) es originario de los Andes centrales y su mayor concentración se ubica en los países como Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador. Pertenece a la familia *Tropaeolaceae* y es el cuarto tubérculo de mayor importancia de la región andina (Quishpe *et al.*, 2015). La producción de alimentos a base de este es escasa, a pesar de su alta rentabilidad de rendimiento que llega hasta un 70% por hectárea (Campos *et al.*, 2006).

La falta de apoyo a los productores comunitarios por parte de autoridades y gobiernos no ha estimulado aprovechar de mejor manera estos recursos, lo que determina poco interés por parte de los agricultores en el cultivo y la explotación comercial de sus cultivos. Otra de las desventajas que influye en la desvalorización y olvido de los cultivos de mashua, es la falta de conocimiento de sus bondades en cuanto a las propiedades como fitoalimento y fitonutriente, lo que genera poca demanda urbana del producto. No obstante, desde la época de los incas, el tubérculo ha sido utilizado como alimento y medicina en

el tratamiento de enfermedades del tracto urinario, enfermedades de próstata y diabetes (Valle-Parra M. *et al.*, 2018).

A pesar de ser un cultivo con propiedades nutricionales y potenciales propiedades medicinales, en Ecuador su producción se encuentra en descenso, sobre todo las variedades amarilla y morada (Barrera *et al.*, 2004). Por el contrario, en Colombia, el tubérculo de mashua y sus productos han encontrado mejores nichos de mercado (Surco, 2004). Entre los compuestos bioactivos, en el tubérculo destacan los carotenoides (Espín *et al.*, 2004). Estos compuestos pueden actuar como precursores de vitamina A y antioxidantes que aportan diversos beneficios a la salud humana. Según lo citado en el documento “Normas, protocolos y consejería para la suplementación con micronutrientes en Ecuador”, el déficit de vitamina A es un problema de salud pública que afecta fundamentalmente a los países en desarrollo entre los que está incluido Ecuador (MSP, 2011). La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2018) menciona que el 89.4 % de la población nacional presenta un consumo inadecuado de vitamina A, en relación con las recomendaciones. Quito y las áreas rurales de la Amazonía y la Sierra presentan las prevalencias más altas de consumos inadecuados de vitamina A (92.8%, 92.9% y 92.3%) en comparación con el resto de subregiones del país. El tubérculo *T. tuberosum* como patrimonio del agro alto andino contiene un valor significativo de estos compuestos (Guevarra-Freire *et al.*, 2018).

La disminución de la producción, acompañada de la falta de estudios relacionados con las bondades del tubérculo mashua, como una fuente promisoría de compuestos nutricionales y bioactivos, ha inducido a realizar este estudio, buscando indirectamente aumentar el interés de la población y su frecuencia de consumo a través de su aprovechamiento en forma deshidratada, con una mayor concentración de fitonutrientes y durabilidad.

El objetivo de este estudio fue identificar el método óptimo de deshidratación y la variedad con mayor contenido de carotenoides totales y dentro de ese grupo el β -caroteno.

2 | METODOLOGÍA

2.1 Material

Se utilizaron los siguientes genotipos de mashua: ECU-8768, ECU-1144, ECU-8552, ECU-1107, los cuales fueron proporcionados por el Departamento de Recursos Fitogenéticos de la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Las diferencias más representativas entre variedades fueron sus características organolépticas, con énfasis en el color y la forma, como se muestra en la Figura 1.

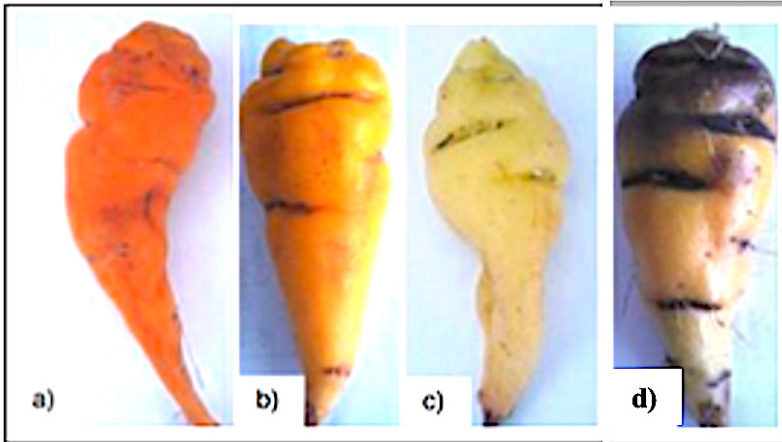


Figura 1. genotipos de mashua en Ecuador (Fuente: Paucar, tesis UTE 2014)

- a) ECU- 8768: amarillo intenso; b) ECU- 1144: verde parcialmente amarillo intenso;
 c) ECU -8552: blanco parcialmente pálido; d) ECU- 1107: totalmente morado

2.2 Preparación de muestras

Los tubérculos fueron lavados, troceados (grosor 2-4 mm) y sometidos a dos procesos de deshidratación: 1) liofilización a -40°C y presión absoluta $-0,7$ bares en el equipo (Labconco 77540, Kansas, USA), durante 4 días, previa criocongelación a -80°C ; 2) secado en estufa eléctrica (Labolan HS-122A), con corriente de aire circulante, a una temperatura de 50°C durante 6 horas.

Las muestras secas se pulverizaron en un molino automático Cuicinar modelo DCG-20N, a un tamaño de partícula $355\ \mu\text{m}$. Una vez homogenizadas las muestras se almacenaron en frascos de polietileno totalmente herméticos a 7°C , hasta el momento de los análisis respectivos.

2.3 Humedad residual

El porcentaje de humedad fue determinado por el método oficial 925.10 (AOAC, 2003) que se basa en la pérdida de peso bajo condiciones específicas. Las determinaciones se hicieron por triplicado.

2.4 Extracciones

Una vez concluidos los procesos de deshidratación y de verificación de los métodos analíticos a aplicar, se procedió a la extracción sólido-líquido, cuyo rendimiento depende del tamaño de las partículas, solvente a utilizar y su proporción (Acacio-Chirino *et al.*, 2013), posteriormente se realizó la cuantificación de las concentraciones de carotenoides totales y de b-caroteno.

Se pesó aproximadamente 6-8 g de muestra homogeneizada, se añadió 40 mL de acetona (EMSURE[®]) a 4° C, se agitó en un agitador eléctrico (THERMO SCIENTIFIC), por 2 minutos y se filtró. El procedimiento se repitió tres veces. La extracción de carotenoides se realizó con 30 mL de éter de petróleo, más el filtrado obtenido y 200 mL agua destilada. El conjunto se dejó en reposo para facilitar la separación de fases, se descartó la fase acuosa. El extracto lipídico se lavó con solución al 1% p/v de cloruro de sodio (FISHER SCIENTIFIC). Se dejó en reposo para la separación de fases y se descartó la fase acuosa. Una porción del extracto apolar se saponificó con solución al 20% p/v de KOH (EMSURE[®]) en presencia de BHT (FISHER SCIENTIFIC), se agitó el conjunto durante tres horas. Se dejó reposar y se descartó la fase acuosa. La fase orgánica fue desecada con sulfato de sodio anhidro (FISHER SCIENTIFIC). Finalmente se aforó con éter de petróleo (EMSURE[®]).

2.5 Métodos analíticos

La cuantificación de carotenoides totales y de beta caroteno (β -caroteno) se realizó con seis repeticiones. Carotenoides totales se analizaron en un espectrofotómetro (Thermo Scientific Evolution™ 201 UV-Visible Spectrophotometers) a una longitud de onda 350-550 nm y 23° C de temperatura. Los resultados se expresaron en miligramos por 100 gramos de peso seco ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ps).

b-caroteno se determinó en un sistema UHPLC (Thermo Scientific™ Dionex™ UltiMate 3000) con detector de matriz de diodos (UltiMate 3000 Diode Array) con las siguientes condiciones operativas: columna cromatografía XTERRA® MS C18 5 μm -3,5x150 mm (WATERS); temperatura 30° C; flujo 1mL/min; fase móvil de tres solventes acetonitrilo:metanol:cloroformo (47:47:6); longitud de onda 450 nm.

3 | ANÁLISIS DE RESULTADOS O DESARROLLO

Según la revista Patrimonio Alimentario (MCP, 2013), a mashua aporta nutrientes esenciales como vitaminas y minerales entre los cuales se encuentran los precursores de vitamina A, el fósforo y el calcio una vez alcanzada la madurez fisiológica del tubérculo, estado que se relaciona con el contenido de azúcares reductores que influyen en la formación del color, sabor y cuyo contenido está determinado por la variedad, condiciones de cultivo y almacenamiento entre otros (Navarrete, 2012). La madurez y el color de los tubérculos son unos marcadores morfológicos que se asocian con otras características como la calidad industrial y los componentes presentes (Andreu & da Silva, 2007).

Los colores amarillos y anaranjados predicen un considerable contenido de carotenoides dentro de los cuales el β -caroteno es el precursor más activo de la vitamina A, y colores morados predicen un considerable contenido de antocianinas (Aguilar-Hernandez *et al.*, 2019). Al ser un cultivo estacional y de superficie limitada, aumentar la vida útil del tubérculo, a través de la deshidratación permitiría al consumidor disponer de su presencia

en cualquier época del año ya que la vida útil de los alimentos se incrementa con los procesos de deshidratación (Carillo & Reyes, 2013). En esta investigación se ensayaron dos técnicas de secado: liofilización y secado en bandeja.

Para encontrar la respuesta a nuestro problema de investigación con su objetivo principal de evaluar la técnica de deshidratación y los genotipos de tubérculo en relación a las concentraciones de compuestos bioactivos como los carotenoides totales y el β -caroteno, se definieron los siguientes factores en estudio: Factor A (variedad de mashua), Factor B (método de deshidratación) y sus interacciones.

La reproducibilidad y confiabilidad de los resultados se logró aplicando los controles de calidad y los resultados obtenidos durante esta investigación se analizaron aplicando un diseño completamente al azar en arreglo factorial y se sometieron al análisis estadístico descripto.

3.1 Controles de calidad

Se realizaron conforme la Guía Eurachem fundada en las normas ISO/IEC 17025 para la verificación de los métodos analíticos aplicados (Morillas *et al.*, 2016). Para Carotenoides totales se verificó la precisión y exactitud con seis muestras elegidas al azar. Para b-caroteno se verificó la linealidad, exactitud y precisión del método, comprobando los límites de detección (LOD), de cuantificación (LOQ), porcentaje de recuperación y la repetibilidad. Se partió de una disolución de 100 mg/mL de estándar de b-caroteno (SIGMA-ALDRICH®) en fase móvil, y se prepararon las diluciones en rango de 6 a 70 mg/mL con las que se ha obtenido seis curvas de calibración. Los resultados se expresaron en microgramos por 100 gramos de peso seco ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ps). La verificación del desempeño de los métodos se realizó aplicando los criterios de la norma ISO/IEC 17025 apartado 5.4.2 (Morillas *et al.*, 2016).

La determinación de carotenoides totales presentes en las muestras se realizó por el método de Rodríguez-Amaya & Kimura (2004). La absorbancia del extracto etéreo fue medida a una longitud de onda de 450 nm y para el cálculo el coeficiente de extinción (2500) de los carotenoides en etér de petróleo fue considerado. Se verificaron la precisión y la exactitud del método, a través del coeficiente de variación (5.62%) en el parámetro precisión y 99.68% de recuperación, lo que evidencia la exactitud del método, la cual se enmarca en el rango validado para el equipo que es 98-102 %.

Se cumplieron los parámetros de verificación del método de UHPLC para determinación de β -caroteno como linealidad, exactitud, precisión del método. La curva de calibración presentó un alto coeficiente de correlación lineal ($R > 0.9970$) y se estableció que LOD es de 4.15 mg/mL y el límite de cuantificación LOQ es de 5.15 mg/mL. La exactitud del método evidenció 99.68 % de recuperación que se encuentra dentro del rango validado para el equipo que es 98-102 %. El ensayo de precisión permitió asegurar la repetibilidad del método, con coeficiente de variación con un promedio de 0.42%.

3.2 Determinación de humedad

Los valores promedios de humedad en cada muestra se usaron para obtener el valor medio y el error estándar promedio de las cuatro variedades. Con la liofilización se obtuvo la humedad final promedio de $5.13 \pm 0.66\%$ y con el método de secado en bandeja se obtuvo un valor promedio $8.80 \pm 1.40\%$. Estos resultados están de acuerdo con la norma ecuatoriana INEN 2996 que establece para productos deshidratados el porcentaje máximo de humedad el 12% (INEN, 2015). También estos valores se encuentran dentro del rango determinado por otros autores (Colina, 2010), quien indica un rango 3-12 % de humedad para productos con una mínima cantidad de agua. El estudio realizado por (Saá, 2019) revela que las muestras de mashua morada deshidratadas en bandejas a temperaturas entre 35-45° C, velocidad de aire de secado (2 y 4 m/s) y espesor de corte del tubérculo (2 y 4 mm), al cabo de 3 h de proceso, presentaron valores de humedad entre 7.15–7.95 %.

3.3 Concentración de carotenoides totales y de β -caroteno.

Con respecto a los sistemas de deshidratación, según los criterios señalados por (Yanucci, 2000), los factores de secado como la velocidad de extracción de humedad y la temperatura de secado son los parámetros que influyen en la eficiencia de la operación y en la calidad del producto final. Por otro lado, el secado de los tubérculos por exposición directa al sol, muestra una reducción en el contenido de carotenoides (Rodríguez-Amaya, 1999). Se pueden minimizar las pérdidas, utilizando equipos donde el alimento queda protegido de la incidencia directa de la radiación, la luz y aplicando procesos con altas temperaturas por corto tiempo. El trabajo realizado por (Delgado-Vargas, 2000) determinó que las pérdidas de carotenoides en productos vegetales sometidos a secado difieren de un material a otro y varían en función de la técnica de deshidratación. En el estudio de mesocarpio de la palma coroba (*Attalea* spp) realizado por (Belén-Camacho *et al.*, 2007) se establecieron pérdidas de 25.0% de carotenoides en estufa de aire a 70°C de temperatura.

La retención de carotenoides según el método de secado utilizado, varía dependiendo del tiempo de exposición de los tubérculos al oxígeno del aire, el cual provoca la oxidación de compuestos. La oxidación es una reacción desencadenada por la estructura molecular insaturada de los compuestos carotenoides y posiblemente es la causa más influyente en la disminución observada. A medida que el agua se elimina, las reacciones de oxidación se aceleran (García Mahecha, 2010). Por otro lado, en los estudios realizados por (Anguelova, 2000) se determina que la liofilización favorece la estabilidad química de los carotenoides, ya que el proceso se realiza a bajas condiciones de presión y temperatura.

La investigación realizada por (Tapia *et al.*, 2018) constató que los colores anaranjados y amarillos de los alimentos se relacionan con mayores niveles de carotenoides totales. De manera similar estudio realizado por (Chirinos *et al.*, 2007), se determinó que las variedades amarillas exhiben valores de carotenoides totales más altos (7.0-13.3 mg/100g ms) que las

variedades moradas (1.0 y 2.85 mg/100g ms). La variación mencionada discrepa de los resultados obtenidos por (Huaccho, 2016) quien indica un rango entre 0.48 a 15.09 mg/100g ms para las variedades amarillas. Por otro lado, los colores morados en los alimentos se relacionan con una concentración reducida de carotenoides totales y β -caroteno, y una mayor prevalencia de antocianinas según consta en los estudios de (Huaccho, 2016). El valor encontrado de carotenoides totales en la investigación se localiza más cercano al reportado por (Giami & Alu, 1994).

El grupo de carotenoides es muy heterogéneo y la estabilidad entre distintos componentes está influenciada por su estructura individual. En el caso de β -caroteno, dos de sus dobles enlaces conjugados no son coplanares con la cadena poliénica, de ahí que presente una menor reactividad (Meléndez-Martínez *et al.*, 2004). En la investigación realizada por (Delgado-Vargas, 2000) determinaron un efecto mínimo de isomerización o cambio de configuración *trans*, a configuración *cis*, a temperaturas entre 50-100 °C. En el estudio realizado por Meléndez-Martínez *et al.* (2004) se establece que el calentamiento del todo-*trans*- β -caroteno a 50 °C y 100 °C durante media hora no produce grandes pérdidas, habiéndose comprobado que los fenómenos de termoisomerización y fotoisomerización son más acusados en el α -caroteno que en el β -caroteno. Otros resultados del mismo estudio demuestran que los carotenoides que contienen nueve o más dobles enlaces conjugados pueden inactivar ciertas formas reactivas de oxígeno, como el oxígeno singlete. Al mismo tiempo, la estabilidad del β -caroteno, depende de la matriz biológica en la que se encuentran (Gutiérrez-Valencia *et al.*, 2016).

3.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en el programa IBM SPSS Statistic versión 25. Se aplicó un diseño completamente al azar en arreglo factorial AxB, considerando las variedades como factor A y los métodos de deshidratación como factor B. Los resultados son el promedio de tres repeticiones \pm desviación estándar. Se calcularon diferencias significativas con las pruebas t. En cuanto a las cuatro variedades del tubérculo, además, se realizaron las pruebas estadísticas de comparación de medias mediante DMS y Tukey como pruebas de contraste. La estadística incluyó los valores de cuadrados medios y el estadístico F con un grado de significación del 95% ($p < 0.05$) para establecer diferencias significativas entre los factores. Finalmente, se determinaron correlaciones entre los factores y las concentraciones de carotenoides totales y de β -caroteno.

Variedad	Media	Diferencia de Medias	de Comparación	DMS	TUKEY	Significancia
ECU 1107	4.99	9.54	>	0.34	0.48	*
ECU 8552	5.83	8.70	>	0.34	0.48	*

Secado en bandeja	ECU 1144	7.50	7.03	>	0.34	0.48	*	
	ECU 8768	14.53	2.51	>	0.34	0.48	*	
			1.67	>	0.34	0.48	*	
			0.84	>	0.34	0.48	*	
Liofilizado	ECU 1107	5.18	35.71	>	0.34	0.48	*	
	ECU 8552	14.42	26.47	>	0.34	0.48	*	
	ECU 1144	18.91	21.98	>	0.34	0.48	*	
			40.89	13.73	>	0.34	0.48	*
			4.49	>	0.34	0.48	*	
	ECU 8768	40.89	13.73	>	0.34	0.48	*	
9.24			>	0.34	0.48	*		

Tabla 1. Prueba t para carotenoides totales considerando varianzas desiguales.

Nota: NS= no significativo; * Significativo.

El comportamiento de los valores medios en cuantificación de la concentración de carotenoides totales arrojó diferencias estadísticamente significativas para las dos fuentes de variación: el sistema de deshidratación y la variedad de tubérculo, mostrando que el factor con mayor influencia sobre la concentración de carotenoides totales es el método de deshidratación (Tabla 1).

	Variedad	Media	Diferencia de Medias	Comparación	DMS	TUKEY	Significancia	
Secado en bandeja	ECU 1107	14.11	1955.13	>	83.41	118.81	*	
	ECU 8552	20.05	1949.19	>	83.41	118.81	*	
	ECU 1144	934.07	1035.17	>	83.41	118.81	*	
			1969.24	919,.6	>	83.41	118.81	*
			914.02	>	83.41	118.81	*	
	ECU 8768	1969.24	919,.6	>	83.41	118.81	*	
5.94			<	83.41	118.81	NS		
Liofilizado	ECU 1107	14.28	1892.55	>	83.41	118.81	*	
	ECU 8552	23.58	1883.25	>	83.41	118.81	*	
	ECU 1144	1034,.7	871.96	>	83.41	118.81	*	
			1906.83	1020,.9	>	83.41	118.81	*
			1011.29	>	83.41	118.81	*	
	ECU 8768	1906.83	1020,.9	>	83.41	118.81	*	
9.30			<	83.41	118,.1	NS		

Tabla 2. Prueba t para b-caroteno considerando varianzas desiguales.

Nota: NS=no significativo; * Significativo.

La Tabla 2 permite observar que los valores medios de cuantificación de β -caroteno

no difieren significativamente por efecto de la técnica de deshidratación, pero muestra diferencias estadísticamente significativas por el genotipo de tubérculo, señalando que el factor con mayor influencia es el genotipo de mashua, en caso de la concentración de β -caroteno.

En la Tabla 3 se resume el análisis de varianza realizado para la interacción entre los factores, técnica de deshidratación y genotipo del tubérculo mashua.

Fuente de variación	Concentración de CT					Concentración de b-caroteno				
	Suma cuadrados	gl	Media cuadrática	F exp	P	Suma cuadrados	gl	Media cuadrática	F exp	P
A: Variedad	3397.70	3	1132.57	14465.84	9.88E-61	30451581.23	3	10150527.08	21144.48	3.37E-44
B: Deshidratación	1624.71	1	1624.71	20751.82	6.05E-56	1328.36	1	1328.36	0.28	5.99E-01
A*B: Interacción	1072.30	3	357.43	4565.37	9.87E-51	40878.96	3	13626.32	2.88	4.78E-02
Error	3.13	40	0.08			189332.71	40			
Total	6097.85	47				30683121.27	47			

Tabla 3. ANOVA de los resultados de evaluación de influencia de dos factores.

Con los datos mostrados en la Tabla 3 para todas las fuentes de variación, el valor-P calculado fue menor que 0.05, a excepción de la fuente de variación B en la concentración de β -caroteno ($P=5.99E-01$).

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características organolépticas como es el color han confirmado que cada variedad ha alcanzado el estado óptimo de madurez a la hora de su cosecha. Los resultados de la humedad, que se alcanzó al finalizar los procesos de deshidratación tanto por liofilización como por secado en bandeja, se ubicaron dentro de los rangos porcentuales esperados para estos procesos y para el producto procesado. La humedad descendió con los dos métodos de deshidratación aplicados. La comparación entre sistemas de deshidratación revela que el método de liofilización elimina mayor cantidad de agua, quedando un residual de 4.39 ± 0.02 % (p/p) para el genotipo ECU 1144, mientras que por el método de secado en bandeja, el mismo genotipo retiene 7.5 ± 0.03 % (p/p).

De acuerdo con nuestros resultados, se evidencia en la Figura 2 que al aplicar el método de liofilización, como tratamiento previo a la extracción, se obtienen mayores concentraciones de carotenoides totales que con el método de secado en bandeja. La concentración de carotenoides totales muestra diferencias significativas entre métodos,

resultando la liofilización más adecuada para los genotipos ECU- 8768; ECU- 1144 y ECU- 8552. Para el genotipo ECU- 1107 que presenta concentraciones aproximadamente iguales no hay disparidad entre métodos.

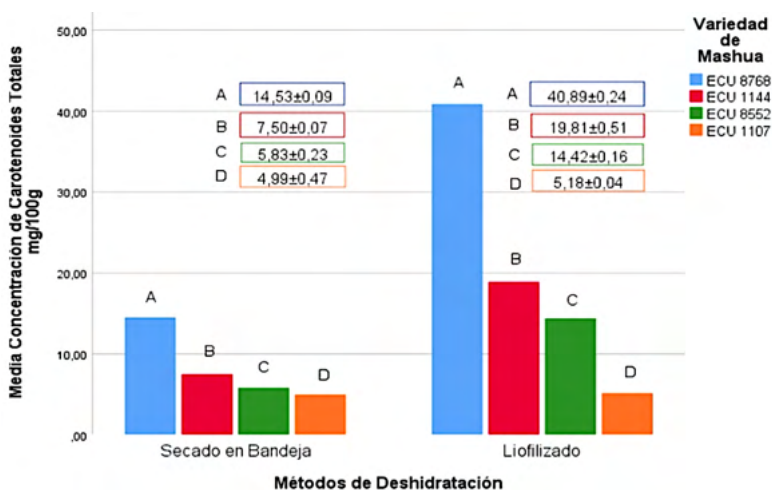


Figura 2. Concentración de carotenoides totales en muestra seca molida.

La comparación entre diferentes genotipos también revela diferencias altas en las concentraciones de carotenoides totales, siendo el valor máximo de $14.53 \pm 0.09 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ y $40.89 \pm 0.24 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ (secado en bandeja y liofilización respectivamente) para el genotipo ECU 8768 de color amarillo intenso, y el valor mínimo de $4.99 \pm 0.09 \text{ } \mu\text{g } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ y $5.18 \pm 0.04 \text{ mg } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ (secado en bandeja y liofilización respectivamente) para el genotipo ECU- 1107 de color morado. Estos valores son mayores que los reportados para papa, oca y olluco, pero son menores que los reportados para zanahoria ($72.7 \text{ mg}/100 \text{ g}$) (Campos *et al.*, 2006).

En la figura 3 se observa que los tubérculos liofilizados y secados en bandeja presentaron diferencias significativas en la concentración de β -caroteno, una tendencia similar se observó de la comparación entre genotipos de mashua. El genotipo con valores medios más altos correspondió al ECU- 8768 con $1969.24 \pm 68.48 \text{ } \mu\text{g } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ y $1906.83 \pm 29.38 \text{ } \mu\text{g } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ (secado en bandeja y liofilización respectivamente), mientras que los valores mínimos correspondieron al genotipo ECU-1107 con $14.11 \pm 1.24 \text{ } \mu\text{g } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ y $14.28 \pm 3.22 \text{ } \mu\text{g } 100\text{g}^{-1} \text{ ps}$ (secado en bandeja y liofilización respectivamente).

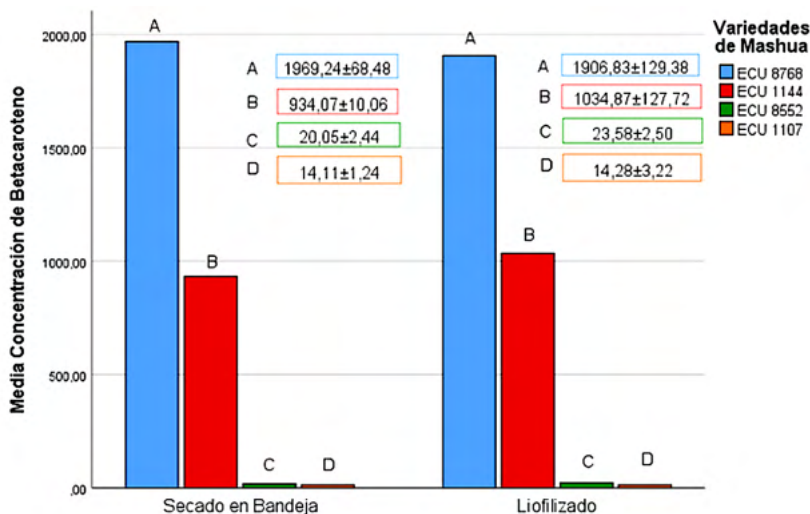


Figura 3. Concentración de β -caroteno en muestra seca molida.

La comparación entre dos métodos de deshidratación revela diferencias significativas para la concentración de carotenoides totales, resultando la liofilización, la técnica más adecuada. La comparación entre los cuatro genotipos de tubérculo revela que la cantidad de β -caroteno, como componente provitamina A, depende de la diversidad genética del tubérculo.

De acuerdo con nuestros resultados, se observa que en caso de la concentración de β -caroteno la influencia del método de deshidratación es significativa. No obstante, se mantiene la correspondencia del β -caroteno, con los carotenoides totales en función del genotipo. El genotipo ECU 8768 de color amarillo intenso presentó mayor cantidad de β -caroteno con $1969.24 \pm 68.48 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ en el método de secado en bandeja y $1906.83 \pm 129.38 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ secado por liofilización, seguida por el genotipo ECU-1144 de color verde parcialmente amarillo intenso con $934.07 \pm 10.406 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (secado en bandeja) y $1034.87 \pm 127.72 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (liofilizado). En el genotipo ECU-1107 de color totalmente morado la cantidad reducida tanto de carotenoides totales como de β -caroteno, se debe a la prevalencia de antocianinas según consta en los estudios de (Giami & Alu, 1994).

El comportamiento observado permite confirmar las siguientes consideraciones: se encontró diferencias significativas en las concentraciones de los compuestos bioactivos entre los distintos genotipos estudiados del tubérculo mashua, mientras que las técnicas de deshidratación tienen un efecto significativo sobre la concentración de carotenoides totales y no influyen en la concentración de β -caroteno, compuesto bioactivo como provitamina A.

5 | CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio destacan con respecto a la humedad residual alcanzada, que las dos técnicas de deshidratación son aptas para bajar el contenido de humedad y estabilizar el tubérculo, ayudando indirectamente a reducir la susceptibilidad al daño microbiano. Una comparación entre las dos técnicas de deshidratación, evidencia que la liofilización elimina mayor cantidad de agua que el secado en bandeja. La alta concentración de carotenoides totales sugiere que el sistema de deshidratación por liofilización preserva mejor los carotenoides totales, permitiendo un mejor rendimiento en los procesos de extracción.

Los análisis de la cuantificación de carotenoides muestran que el genotipo amarillo presentó mayor concentración de carotenoides. Cuando se analizó la concentración de β -caroteno, observamos que a diferencia de los carotenoides totales, éste no fue influenciado por el sistema de deshidratación. Este hallazgo puede potenciar el consumo de mashua como una fuente promisoría de β -caroteno con actividad pro-vitamina A.

La evaluación de otros componentes bioactivos debe estudiarse para potencializar los cultivos del tubérculo mashua otorgándole un valor agregado. La diversidad de metabolitos secundarios también puede verse afectada por los efectos genéticos y ambientales que pueden ser objetivos para los estudios futuros.

REFERENCIAS

Acacio-Chirino, N., Zumalacárregui-de-Cárdenas, L., Almera-Medina, J., Barreno-Medina, D., Betancourt-Betancourt, R., Colina-Luchón, R., Araujo-Blanco, J. A. (2013). **Desarrollo de un procedimiento para extracción de b-caroteno y glicerol a partir de la microalga *Dunaliella* sp. en la salina Las Cumaraguas.** *Rev. Cubana de Química*, XXV (2), 214-228. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543735009>

Aguilar-Hernandez, A., Salinas-Moreno, Y., Ramírez-Díaz, J., Alemán-De la Torre, I., Bautista-Ramírez, E., Flores-López, H. (2019). **Antocianinas y color en grano de y olote de maíz morado peruano cultivado en Jalisco, Mexico.** *Rev.Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(5), 1071-1082. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.1828>

Andreu, M., & da Silva, A. (2007). **Asociación entre el Color de la Epidermis de la Papa con Características de Importancia Industrial.** *SciELO, Agricultura Técnica*, 67(1), 72-77. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072007000100009>

Anguelova, T. (2000). **Degradation of lycopene, a-carotene during lipid peroxidation.** *J.Food.Sci*, 71-75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15958.x>

AOAC. (2003). **Métodos de análisis de asociación oficial de química analítica para determinar la humedad, fibras, cenizas, grasa y proteínad.** Washington: FAO.

Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (2004). **Raíces y Tuberculos Andinos:Alternativa para conservación y uso sostenible en Ecuador.** Quito: INIAP.

Belén-Camacho D.R., Román, J.C., Pantaleón, D.M. G., Moreno-Álvarez, M.J., Martínez, C.M., Escalona, C.E. O. (2007). **Efecto del secado solar en los contenidos de humedad, carbohidratos, carotenoides totales e índice de peróxidos de mesocarpio de la palma coroba (*Attalea spp.*)**. *SciELO, INCI*, 257-261. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932408>

Campos et al., D. N. (2006). **Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andian tuber crops: native potato (*Solanum sp.*), mashua (*T. tuberosum Ruiz&Pavón*), oca (*O. tuberosa Molina*) and ulluco (*U. tuberosum Caldas*)**. *J. Sci. Food Agr.*, 1481-1488. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2529>

Carillo y Reyes, A. (2013). **Vida útil de los alimentos**. *Revista Iberoamericana de las ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), ISSN 2007-9990.

Chirinos, R., Campos, D., Arbizu, C., Rogez, H., Rees, J. F., Larondelle, Y., et al. (2007). **Effect of genotype, maturity stage and post-harvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity of Andian mashua tubers (*T. tuberosum Ruiz&Pav*)**. *J. Sci. Food Agr.*, 437-446. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2719>

Colina, I. M. (2010). **Deshidratación de alimentos**. *Mexico: Trillas*.

Delgado-Vargas, F., Jiménez, A.R., Paredes-López, O. (2000). **Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability**. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40(3), 173-289. <https://doi.org/10.1080/10408690091189257>

ENSANUT. (2018). **Encuesta nacional de salud y nutrición. INSP**. Quito: Instituto de Salud Pública. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/salud-salud-reproductiva-y-nutricion/>

Espín, S., Villacrés, E., Brito, B. (2004). **Caracterización físico-química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos**. En *IIAP-CIP, Raíces y Tubérculos Andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador* (vol. cap.IV, p. 91-116). (ed.) Victor H.Barrera, César G. Tapia y Alvaro R.Monteros. Perú:Lima. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3264>

FAO. (2020). **Seguridad alimentaria**. Informe de políticas. Recuperado el marzo de marzo, de [www.fao.org](http://www.fao.org/economic/es-policybriefs/briefs-detail/es/c/35575): <http://www.fao.org/economic/es-policybriefs/briefs-detail/es/c/35575>

Food Secure Canada. (2007). **The Six Pillars**. Nyéléni: Food Recovery Barn.

García Mahecha, M., Cortes Rodríguez, M., Rodríguez Sandoval, E. (2010). **Evaluación del secado de perejil aplicando técnicas de deshidratación osmótica como pretratamiento**. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5693-5705. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472010000200022&lng=en&tln=es.

Giami, S., & Alu, D. (1994). **Chandes in composition and certain functional properties of ripening plantain (*Mussa spp, ABB group*) pulp**. *Food Chem.*, 137-140. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90110-4](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90110-4)

Guevarra-Freire et al., L. V. (2018). **Nutricional composition and bioactive components of mashua (*T. tuberosum Ruiz and Pavón*)**. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(1), 53-68. <http://www.revista.ccba.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v21i1.2561>

Guil Guerrero, J. (2015). **La biodiversidad de los alimentos ecuatorianos: fuente de salud y riqueza**. Ecuador es salud, *Revista Científica Ecuatoriana*, 2(2), 12-14. <https://revistaecuadoreaescalidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadoreaescalidad/index.php/revista/article/view/47>.

Gutiérrez-Valencia, T., Hoyos-Saavedra, O., Cuervo-Ochoa, G. (2016). **Estudio cinético de la degradación térmica de trans-b-caroteno en uchuva**. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1), 126-134. DOI:10.18684/BSAA(14)126-134

Huaccho, C. (2016). **Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua /T. tuberosum Ruiz y Pavón**. Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2844>

INEN. (2015). **Norma Técnica Ecuatoriana NTE**. Quito: INEN. <https://www.normalizacion.gob.ec/normas-oficializadas/>

Melendez-Martínez, A. (2017). **Carotenoides en agroalimentación y salud**. (ed.) Mexico: Terracota, SA. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/158244/1/Carotenoides%20en%20agroalimentacion%20y%20salud%20IBERCAROT.pdf>

Meléndez-Martínez, A., Vicario, I., Heredia, F. (2004). **Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos**. ALAN, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54 (2), 11 <http://hdl.handle.net/11441/26409>

MCP. (2013) **Ministerio de Cultura y Patrimonio de Ecuador**: Patrimonio Alimentario, fascículo Nro.1 <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/1-Patrimonio-Alimentario-LUNES-21.pdf>

Morillas, P.P., Terra, A.I., Uribe, C., Mastromonaco, G., Prieto, J.L., Torres, M. (2016). **Guía Eurachem: La adecuación al uso de los métodos analíticos-Una Guía de laboratorio para la validación de métodos y temas relacionados**. España. *EuroLab España*, 66. https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_2nd_ed_ES.pdf

MSP, E. N. (2011). **Ministerio de Salud Pública. Normas, Protocolos y Consejería para la suplementación con micronutrientes**. <https://es.scribd.com/doc/191648389/Normas-Protocolos-y-Consejeria-Para-La-Suplementacion-Con-Micronutrientes-Ecuador>

Navarrete, M. (2012). **Evaluación del efecto de la hidrácida meleica, sobre la vida útil y calidad de variedad Yana shungo (Solanum spp)**. INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/633>

Quishpe C., Mansilla, R., Chacón, A., Blas, R. (2015). **Análisis de la variabilidad morfológica del “añu” Tropaeolum tuberosum. Ruiz&Pavón procedente de nueve distritos de la región Cuzco**. *Ecología Aplicada*, 14(2), 211-222. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162015000200013&lng=es&tlng=es.

Rodríguez-Amaya, D. (1999). **Changes in carotenoides during procesing and storage of food**. *Arch. Latinam. Nutr.*, 49(3Suppl 1), 38S-47S. PMID: 0971842

Rodriguez-Amaya, D., & Kimura, M. (2004). **Harvest Plus Handbook for Carotenoid Analysis**. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT), pp 58. Harvest Plus Technical Monograph, 2. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08cbae5274a31e00013d4/tech02.pdf>

Saá, P. M. (2019). **Evaluación de efecto de secado de la mashua morada (T. tuberosum) sobre las propiedades organolépticas y actividad antioxidante**. Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9033>

Surco, F. (2004). **Caracterización de almidones aislados de tuberculos andinos: mashua (T. tuberosum), Oca (O. tuberosa), Olluco (T. tuberosus)**. Lima, Perú. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2588>.

Tapia, I., Muñoz, M., Fukalova, T. (2018). **Efecto del sistema de deshidratación sobre el contenido de carotenoides extraídos de dos variedades del fruto de *C. papaya***. *InfoAnalítica*, 17(1), 1-26. <https://infoanalitica-puce.edu.ec/infoanalitica/issue/view/8>

Valle-Parra M., (2018). **Morphology, Phenology, Nutrients and Yield of six accessions of *Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pav (mashua)**. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(1), 131-139. <https://www.revista.coba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2574>

Yanucci, D. (2000). **Secado. Libro de actualización n°1**. *Granos&Poscosecha* Latinoamericana, de la semilla al consumo. Buenos Aires, Argentina: CG.

BIOTRATAMIENTO DE SUELO CONTAMINADO POR ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ: UN RESIDUO PELIGROSO

Data de aceite: 01/05/2022

Data de submissão: 08/04/2022

Blanca Celeste Saucedo Martínez

Laboratorio de Microbiología Ambiental,
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo
Morelia, Michoacán, México
<https://orcid.org/0000-0003-3206-188X>

Liliana Márquez Benavides

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y
Forestales, Universidad Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3738-6608>

Gustavo Santoyo

Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo
Morelia, Michoacán, México
<https://orcid.org/0000-0002-0374-9661>

Juan Manuel Sánchez-Yañez

Laboratorio de Microbiología Ambiental,
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de
Hidalgo
Morelia, Michoacán, México
<https://orcid.org/0000-0002-2276-8446>

RESUMEN: El aceite residual automotriz (ARA) es un fluido compuesto por hidrocarburos que de acuerdo la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de México y la Agencia

de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, 1996), es un residuo peligroso que comúnmente contamina el suelo y representa un problema mundial ambiental en la actualidad. La norma mexicana NOM-138-SEMARNAT/ssa1-2012 (NOM-138), establece como límite máximo permisible de hidrocarburos en suelo de 4,400 ppm. Un tratamiento efectivo para este residuo peligroso es la biorremediación mediante bioestimulación y fitorremediación. Los objetivos de este trabajo fueron: a) bioestimulación (BIS) de suelo contaminado por 60,000 ppm de ARA, y b) fitorremediación (FITO) del suelo con *Sorghum vulgare*, potenciado con *Penicillium chrysogenum* y *Aspergillus niger* para disminuir el ARA a una concentración inferior a la máxima permitida por la NOM-138. Para ello, un suelo agrícola se impactó artificialmente con 60,000 ppm de ARA para bioestimularlo con solución detergente, solución mineral, extracto fúngico crudo y H₂O₂ (peróxido de hidrogeno). Luego para eliminar el ARA remanente de la bioestimulación se fitorremedió el mismo suelo con *S. vulgare* potenciado con *P. chrysogenum* y *A. niger*. Las variables de respuesta fueron la biomasa de *S. vulgare* y concentración inicial y final del ARA por Soxhlet. Los resultados mostraron que el biotratamiento del suelo contaminado por ARA mediante BIS, disminuyó el ARA de 60,000 hasta 13,057 ppm. Luego, en la FITO *S. vulgare* con ambos hongos registró los mayores valores de biomasa de 7.6 g de peso fresco aéreo, 8.8 g de peso fresco de raíz y 1.5 g de peso seco aéreo y de raíz. Después de la FITO del suelo impactado por ARA, *S. vulgare* con *A. niger* y *P. chrysogenum*, disminuyó el ARA del suelo de 13,057 ppm a

2,649 ppm, valor inferior al máximo permisible de la NOM-138. Este biotratamiento del suelo impactado por ARA por medio de la BIS y FITO es una técnica eficiente y amigable con el ambiente, que devuelve la fertilidad del suelo a diferencia de los tratamientos convencionales de residuos peligrosos que son costosos y contaminantes.

PALABRAS CLAVE: Suelo, aceite residual automotriz, residuo peligroso, microorganismos, plantas, mineralización.

ABSTRACT: Waste motor oil (WMO) is a fluid composed of hydrocarbons that, according to according to the Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente of Mexico and the US Environmental Protection Agency (EPA, 1996), is a hazardous waste that commonly contaminates the soil and represents a worldwide environmental problem today. Mexican standard NOM-138-SEMARNAT/ssa1-2012 (NOM 138) establishes a maximum allowable limit of hydrocarbons in soil of 4,400 ppm. An effective treatment for this hazardous waste is bioremediation through biostimulation and phytoremediation. The objectives of this work were: a) biostimulation (BIS) of soil contaminated by 60,000 ppm of WMO, and b) phytoremediation (PHYTO) of the soil with *Sorghum vulgare*, enhanced with *Penicillium chrysogenum* and *Aspergillus niger* to reduce WMO to a concentration below the maximum allowed by NOM-138. For this purpose, an agricultural soil was artificially impacted with 60,000 ppm of WMO to biostimulate it with detergent solution, mineral solution, crude fungal extract and H₂O₂ (hydrogen peroxide). Then, to eliminate the remaining WMO from the biostimulation, the same soil was phytoremediated with *S. vulgare* enhanced with *P. chrysogenum* and *A. niger*. The response variables were biomass of *S. vulgare* and initial and final WMO concentration by Soxhlet. The results showed that biotreatment of WMO contaminated soil by BIS decreased WMO from 60,000 to 13,057 ppm. Then, in PHYTO *S. vulgare* with both fungi recorded the highest biomass values of 7.6 g aerial fresh weight, 8.8 g root fresh weight and 1.5 g aerial and root dry weight. After PHYTO of the WMO-impacted soil, *S. vulgare* with *A. niger* and *P. chrysogenum*, decreased soil WMO from 13,057 ppm to 2,649 ppm, a value below the maximum permissible value of NOM-138. This biotreatment of soil impacted by WMO by means of BIS and PHYTO is an efficient and environmentally friendly technique that restores soil fertility unlike conventional hazardous waste treatments that are costly and polluting.

KEYWORDS: soil, waste motor oil, hazardous waste, microorganisms, plants, mineralization.

INTRODUCCIÓN

El aceite residual automotriz (ARA), es un fluido compuesto por hidrocarburos (HICO) que, de acuerdo con Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de México y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, 1996), es un residuo peligroso que comúnmente contamina el suelo. Lo anterior representa uno de los problemas ambientales más importantes a nivel mundial. La norma mexicana NOM-138-SEMARNAT/ssa1-2012 (NOM-138) establece como límite máximo permisible de HICO en suelo de 4,400 ppm. En el suelo el ARA forma una película en la superficie del suelo que se expande horizontalmente e imposibilita los ciclos biogeoquímicos, ya que, sin aireación en el suelo, el pH se acidifica, en consecuencia, algunos minerales esenciales para las plantas

no están químicamente disponibles y se reduce la producción agrícola (Haleyur *et al.*, 2019). Mientras que otra parte del ARA se infiltra verticalmente por la columna del suelo, donde penetra en los microporos y llega a contaminar aguas subterráneas (Akpabio *et al.*, 2017). Normalmente se utilizan técnicas químicas de tratamiento de residuos peligrosos como el suelo impactado por ARA mediante inyección de oxidantes como el O_3 (ozono), $Na_2S_2O_8$ (persulfato de sodio) y el $KMnO_4$ (permanganato de potasio) que además de costos, causan daños colaterales ambientales y no recuperan la fertilidad del suelo (Perini *et al.*, 2020).

Por otro lado, una estrategia de tratamiento eficiente y amigable con el ambiente, de este residuo peligroso, que asegura la disminución del ARA del suelo a una concentración inferior a la máxima aceptada por la NOM-138, es la biorremediación mediante bioestimulación (BIS) seguida de la fitorremediación (FITO). La BIS consiste en la adición inicial de una solución detergente al 0.5% para emulsificar la mezcla insoluble de HICO, una solución mineral para inducir la oxidación del ARA, un extracto fúngico crudo para hidrolizar los HICO aromáticos del ARA y H_2O_2 (peróxido de hidrogeno) al 0.5% como fuente de O_2 (oxígeno) para acelerar la mineralización del ARA. Luego para eliminar el ARA remanente del suelo, la fitorremediación (FITO) mediante *Sorghum vulgare* que degrada los HICO en las raíces y que se mejora su capacidad al inocularse con hongos filamentosos oxidantes de HICO como *Penicillium chrysogenum* y *Aspergillus niger*. Los objetivos de este trabajo fueron: a) bioestimulación (BIS) de suelo contaminado por 60, 000 ppm de ARA mediante detergente y solución mineral, y b) fitorremediación (FITO) con *Sorghum vulgare*, potenciado con *Penicillium chrysogenum* y *Aspergillus niger* para decrecer el ARA a un valor inferior al máximo establecido por la NOM-138.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bioestimulación del suelo contaminado con aceite residual automotriz

El suelo fue colectado de una zona agrícola del municipio de Morelia, Mich. El ARA se obtuvo de un taller mecánico automotriz de la ciudad de Morelia, Mich; con el que se contaminó 1 Kg de suelo para obtener una concentración inicial de 60,000 ppm. Después, ese residuo peligroso se colocó en Jarras de Leonard. La bioestimulación se realizó primero con solución detergente comercial al 0.5% Roma®, para emulsificar el ARA del suelo [4]. Posteriormente una bioestimulación cada 3 días con 18 ml de la solución mineral (Abed *et al.*, 2014). Luego se bioestimuló el suelo contaminado dos veces por semana con 8 ml de una solución al 0.5% de H_2O_2 / kg de suelo, para acelerar la oxidación del ARA (Abed *et al.*, 2014). Posteriormente la bioestimulación con 54 ml de extracto fúngico crudo/kg de suelo, sintetizado por *Penicillium chrysogenum*, para hidrolizar los HICO aromáticos (Kadri *et al.*, 2017). Para ello el hongo fue inducido por la presencia de lignina con estructura química similar a los HICO aromáticos (Ogeleka *et al.*, 2020). *P. chrysogenum*, se cultivó

previamente en un medio de cultivo con lignina residual obtenida de paja de trigo, 10,0 g / L; peptona de soja, 5,0 g / L; CuSO_4 , 0,01 g / L; MgSO_4 , 1,5 g / L; KH_2PO_4 , 1,5 g / L; K_2HPO_4 , 1,5 g / L; NaCl, 0,9 g / L; extracto de levadura, 1,0 g / L; detergente Roma®, 1%, 2,5 mL; solución de oligoelementos 0,001 mL; azul de bromotimol al 0,1%, 10,0 mL. El pH del medio de cultivo se ajustó a 5,5. Este se incubó durante 20 días a 28 ° C con agitación de 150 rpm a un pH de $5,5 \pm 0,2$, al final se filtró el extracto crudo de hongos (Baltierra *et al.*, 2016) y se ajustó el pH a $6,5 \pm 0,2$ antes de añadirlo para la bioestimulación del suelo contaminado por el ARA. La humedad del suelo se ajustó al 80% de la capacidad de campo. Para el control absoluto, el suelo sin ARA se regó con agua potable. La bioestimulación del suelo contaminado se realizó durante 60 días por sextuplicado ($n = 6$).

Fitorremediación de un suelo contaminado por aceite de motor usado con *Sorghum vulgare* potenciado con *Aspergillus niger* y *Penicillium chrysogenum*

Después de la bioestimulación del suelo contaminado por ARA, se realizó una fitorremediación con *S. vulgare* potenciado con *A. niger*, *P. chrysogenum* o ambos, durante 60 días para concluir la biorremediación. *A. niger* y *P. chrysogenum* se cultivaron en agar y medio líquido, dextrosa y papa (ADP) incubados a 30 ° C / 24 h; luego se inocularon 48 semillas de *S. vulgare* con 5,0 mL de *P. chrysogenum* o *A. niger*, o en una mezcla de ambos en relación 1:1. Esta concentración de hongos se ajustó a un tubo N ° 1 del nefelómetro de Mc Farland equivalente a 3×10^8 unidades formadoras de propágulos / mL (UFC / mL) (Hussein y Joo, 2018). Posteriormente, se sembraron cuatro semillas de *S. vulgare* en las jarras de suelo contaminado por ARA y se bioestimularon con una solución mineral durante la fitorremediación. Las variables respuesta fueron la biomasa seca aérea y radical de *S. vulgare* a prefloración.

Determinación de la concentración de aceite de motor residual de bioestimulación y fitorremediación de suelos

La determinación del ARA en suelo después de 60 días de bioestimulación y 90 días de fitorremediación con *S. vulgare*, fue evaluada por Soxhlet (Miyawaki *et al.*, 2018).

Análisis estadístico

Los datos experimentales fueron analizados estadísticamente con el software Statgraphics Centurion XVII y con Tukey HSD al 0,05% (Walpole, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso fresco y seco de *S. vulgare* en la fitorremediación del suelo

La Tabla 1 presenta el peso fresco y seco de *S. vulgare* a prefloración en la fitorremediación del suelo impactado por ARA. Se reportó el peso fresco aéreo (PFA) más alto de 7.6 g y el peso fresco de la raíz (PFR) de 8.8 g. Mientras que *S. vulgare* que se potenció con *P. chrysogenum*, dichos valores fueron 5.2 g de PFA y 4.1 g de PFR. En contraste, *S. vulgare* en el suelo sin ARA mostró 4.8 g de PFA y 5.2 g de PFR. Mientras que *S. vulgare* con *A. niger* y *P. chrysogenum* reportaron el peso seco aéreo (PSA) y el peso seco de raíz (PSR) más altos de 1.5 g de PSA y PSR. En el caso de *S. vulgare* con *P. chrysogenum* esos valores fueron 1.2 g de PSA y 0.8 de PSR. Mientras que los de *S. vulgare* sin ARA, fueron 0.5 de PSA y 0.2 g de PSR. Estos resultados muestran que los hongos *P. chrysogenum* y *A. niger* potenciaron la capacidad de *S. vulgare* para eliminar una gran parte de los HICO aromáticos del ARA remanente de la BIS, que sugiere que aumentaron el suministro de nutrientes minerales al sorgo para promover su crecimiento en el suelo contaminado a través de la producción de fitohormonas (Prakash y Sheela, 2016). Al respecto se ha reportado que, a su vez, las raíces de plantas como *S. vulgare* estimulan la actividad de *A. niger* y *P. chrysogenum* para mineralizar los HICO (Otero-Blanca *et al.*, 2018).

<i>Sorghum vulgare</i> en suelo	Peso fresco aéreo (g)	Peso fresco de raíz (cm)	Peso seco aéreo (g)	Peso seco de raíz (g)
Control absoluto sin contaminar (irrigado con agua)	4.8 ^c	5.2 ^f	1.1 ^b	0.9 ^b
Control relativo sin contaminar (alimentado con solución mineral al 100%)	4.8 ^c	5.2	1 ^c	0.9 ^b
Suelo con ARA bioestimulado + fitorremediado con <i>Sorghum vulgare</i>	1.8 ^e	0.9 ^e	0.5 ^d	0.2 ^e
Suelo con ARA bioestimulado + fitorremediado con <i>Sorghum vulgare</i> + <i>Aspergillus niger</i>	5.2 ^{a*}	4.1 ^a	1.2 ^b	0.8 ^c
Suelo con ARA bioestimulado + fitorremediado con <i>Sorghum vulgare</i> + <i>Penicillium chrysogenum</i>	2.3 ^d	1.8 ^d	0.6 ^d	0.5 ^d
Suelo con ARA bioestimulado + fitorremediado con <i>Sorghum vulgare</i> + <i>Aspergillus niger</i> + <i>Penicillium chrysogenum</i>	7.6 ^{a*}	8.8 ^{a*}	1.5 ^a	1.5 ^a

Tabla 1. Biomasa seca de *Sorghum vulgare* después de 60 días de bioestimulación y 60 días de fitorremediación del suelo impactado por aceite residual automotriz.

*Tukey (0.025) Letras distintas = indican diferencia estadística +

Determinación de la concentración de aceite de motor residual después de la bioestimulación y fitorremediación del suelo

La Tabla 2 muestra la concentración del ARA después de 60 días de bioestimulación y 60 días de fitorremediación del suelo. La concentración final de ARA en suelo solo bioestimulado sin fitorremediar fue de 13,057 ppm; lo que indica que fue insuficiente para que el suelo fuera considerado biorremediado de acuerdo al límite máximo permisible establecido por la NOM-138. El suelo bioestimulado y fitorremediado con *S. vulgare* sin inocular mostró una disminución de 13,057 ppm a 4,143 ppm. Mientras que el suelo bioestimulado y fitorremediado con *S. vulgare* potenciado por *A. niger* y *P. chrysogenum* redujo el ARA a 3,890 ppm. Mientras tanto, suelo bioestimulado y fitorremediado con *S. vulgare* potenciado por *P. chrysogenum* a 3317, y el suelo bioestimulado y fitorremediado con el sorgo potenciado con *A. niger* mostró la mayor disminución del ARA hasta 2,649 ppm, todas las concentraciones anteriores, fueron inferiores al máximo permisible por la NOM-138, lo que considera al suelo recuperado. Lo anterior se debe a que con la bioestimulación del suelo impactado por ARA mediante detergente emulsificó el ARA (Mao *et al.*, 2015; Shah *et al.*, 2016), mientras que la solución mineral restableció la relación C: N (Alexander, 1977), seguido del H₂O₂, (peróxido de hidrógeno) que aceleró la oxidación del ARA (Mariano *et al.*, 2007); complementariamente con el extracto fúngico que se sugiere hidrolizó los HICO aromáticos y que el control de la humedad al 80% aumentó la disposición de O₂, lo que en conjunto permitió que los microorganismos mineralizaran una parte del ARA. Posteriormente la fitorremediación del suelo con *S. vulgare* inoculado con *A. niger*, promovió el crecimiento del sorgo y aumentó la mineralización del ARA (Izinyon y Seghosime, 2013). Se ha registrado que los hongos utilizan los HICO como fuente de carbono y energía y los asimilan en la biomasa fúngica. Además, las membranas celulares de los hongos son permeables a muchos contaminantes orgánicos como los HICO y estos pueden ser degradados por enzimas intracelulares como citocromo P450 (Ostrem Loss y Yu 2018) y nitrorreductasas (Tripathi *et al.* 2017), hasta llegar a compuestos orgánicos más simples, seguidos de un metabolismo posterior como la b-oxidación y la entrada en el ciclo del ácido tricarbóxico (Varjani, 2017). Por lo anterior, el suelo impactado por el ARA fue recuperado de acuerdo con la NOM-138 en un tiempo relativamente corto, y sin causar daños colaterales, comparado con otras técnicas de tratamiento de residuos peligrosos. Mientras que el suelo control negativo mostró un ligero decremento a 45003 ppm de ARA, donde según lo informado por Agnello *et al.*, 2016, la falta de nutrientes por bioestimulación y fitorremediación impidió que los microorganismos mineralizaran la mayor parte del ARA.

Suelo contaminado por ARA	Aceite residual automotriz remanente (ppm)	Porcentaje de mineralización (%)
Control negativo (sin bioestimular)	45003 ^f	24,9 ^f
Bioestimulación	13057 ^e	78,2 ^e
Bioestimulación + fitorremediación con <i>Sorghum vulgare</i>	4143 ^{d⁺}	93 ^{d⁺}
Bioestimulación + fitorremediación con <i>Sorghum vulgare</i> + <i>Aspergillus niger</i>	2649 ^{a⁺}	95,5 ^{a⁺}
Bioestimulación + fitorremediación con <i>Sorghum vulgare</i> + <i>Penicillium chrysogenum</i>	3317 ^{b⁺}	94,4 ^{b⁺}
Bioestimulación + fitorremediación con <i>Sorghum vulgare</i> + <i>Aspergillus niger</i> + <i>Penicillium chrysogenum</i>	3890 ^{c⁺}	93,5 ^{c⁺}

Tabla 2. Aceite residual automotriz después de 60 días de bioestimulación y 90 días de fitorremediación

*Tukey (0.025) Letras distintas = indican diferencia estadística + = valores por debajo de lo permitido por la NOM-138.

CONCLUSIONES

El biotratamiento de suelo impactado por ARA como residuo peligroso a través de la BIS y FITO, es una técnica eficiente y ambientalmente segura que devuelve la fertilidad del suelo, a diferencia de los tratamientos de residuos peligrosos comunes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Harvard, Cambridge, Ma, EUA, Fundación Rockefeller 2022. Proyecto 2.7 (2022) y BIONUTRA, SA CV Maravatio, Mich, Mexico y a Conacyt por el apoyo.

REFERENCIAS

1. Abed, R. M., Al-Sabahi, J., Al-Maqrashi, F., Al-Habsi, A., & Al-Hinai, M. (2014). Characterization of hydrocarbon-degrading bacteria isolated from oil-contaminated sediments in the Sultanate of Oman and evaluation of bioaugmentation and biostimulation approaches in microcosm experiments. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 89, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.01.006>.
2. Agnello, A. C., Bagard, M., van Hullebusch, E. D., Esposito, G., & Huguenot, D. (2016). Comparative bioremediation of heavy metals and petroleum hydrocarbons co-contaminated soil by natural attenuation, phytoremediation, bioaugmentation and bioaugmentation-assisted phytoremediation. *Science of the Total Environment*, 563, 693-703. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.061>

3. Akpabio, G. T., Udoinyang, I. E., & Basil, T. S. (2017). Effect of used motor oil contamination on geotechnical properties of clay soil on Uyo-Akwa Ibom. *J. Nat. Sci. Res*, 5(2), 22-30. <https://doi.org/10.18488/journal.63.2017.52.22.30>
4. Alexander M. (1977). *Introducción a la microbiología del suelo*. Transformaciones microbianas del fósforo. 355-361. AGT Editor, S. A. México D.F.
5. Baltierra-Trejo, E., Silva-Espino, E., Márquez-Benavides, L., & Sánchez-Yáñez, J. M. (2016). Inducción de la degradación de lignina de paja de trigo en aromáticos por *Aspergillus* spp. y *Penicillium chrysogenum*. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 7(1), 10-19. <https://doi.org/10.4067/S2072-92942016000100003>
6. Haleyr, N., Shahsavari, E., Jain, S. S., Koshlaf, E., Ravindran, V. B., Morrison, P. D., ... & Ball, A. S. (2019). Influence of bioaugmentation and biostimulation on PAH degradation in aged contaminated soils: Response and dynamics of the bacterial community. *Journal of environmental management*, 238, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.115>
7. Hussein, K. A., & Joo, J. H. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria improved salinity tolerance of *Lactuca sativa* and *Raphanus sativus*. *Journal of microbiology and biotechnology*, 28(6), 938-945. <https://doi.org/10.4014/jmb.1712.12027>
8. Izinyon, O. C., & Seghosime, A. (2013). Assessment of show star grass (*Melampodium paludosum*) for phytoremediation of motor oil contaminated soil. *Assessment*, 3(3).
9. Kadri, T., Rouissi, T., Brar, S. K., Cledon, M., Sarma, S., & Verma, M. (2017). Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by fungal enzymes: A review. *Journal of environmental sciences*, 51, 52-74. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.08.023>
10. Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. México: Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión; Última reforma DOF 18/01/2021; 2021.
11. Mao, X., Jiang, R., Xiao, W., & Yu, J. (2015). Use of surfactants for the remediation of contaminated soils: a review. *Journal of hazardous materials*, 285, 419-435. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.12.009>
12. Mariano, A. P., Kataoka, A. P. D. A. G., Angelis, D. D. F. D., & Bonotto, D. M. (2007). Laboratory study on the bioremediation of diesel oil contaminated soil from a petrol station. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(2), 346-353. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200030>
13. Miyawaki, T., Tobiishi, K., Takenaka, S., & Kadokami, K. (2018). A rapid method, combining microwave-assisted extraction and gas chromatography-mass spectrometry with a database, for determining organochlorine pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and sediments. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 27(1), 31-45. <https://doi.org/10.1080/15320383.2017.1360245>
14. NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificación para la remediación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 10 de septiembre de 2010.
15. Ogeleka, D., Bokolo, P., & Omoregie, G. (2020). Assessment of the Phytotoxic Effects and Ecological Risks to *Phaseolus vulgaris* Planted on Crude Oil Spiked Soils. *Tanzania Journal of Science*, 46(1), 116-128.
16. Ostrem Loss EM, Yu JH. 2018. Bioremediation and microbial metabolism of benzo(a)pyrene. *Mol Microbiol*. 109(4):433–444. doi:10.1111/mmi.14062

17. Otero-Blanca, A., Folch-Mallol, J. L., Lira-Ruan, V., Carbente, M. D. R. S., & Batista-García, R. A. (2018). Phytoremediation and Fungi: An Underexplored Binomial. In *Approaches in Bioremediation* (pp. 79-95). Springer, Cham.
18. Perini, B. L. B., Bitencourt, R. L., Daronch, N. A., dos Santos Schneider, A. L., & de Oliveira, D. (2020). Surfactant-enhanced in-situ enzymatic oxidation: A bioremediation strategy for oxidation of polycyclic aromatic hydrocarbons in contaminated soils and aquifers. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 104013. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104013>
19. Prakash D, Sheela S. 2016. Beneficial role of rhizosphere mycoflora in the field of agriculture: an overview. *Int J Sci Res*. 5(8):529–533
20. Shah, A., Shahzad, S., Munir, A., Nadagouda, M. N., Khan, G. S., Shams, D. F., ... & Rana, U. A. (2016). Micelles as soil and water decontamination agents. *Chemical reviews*, 116(10), 6042-6074. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00132>
21. Tripathi V, Edrisi SA, Chen B, Gupta VK, Vilu R, Gathergood N, Abhilash PC. 2017. Biotechnological advances for restoring degraded land for sustainable development. *Trends Biotechnol*. 35(9):847–859. doi:10.1016/j.tibtech.2017.05.001.
22. US EPA (1996). "Managing Used Oil: Advice for Small Businesses". Report. 530EPA-F-96-004. Web Map Tile Service, 1. http://www.cprac.org/docs/olis_eng.pdf (20.06.2019).
23. Varjani SJ. 2017. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons. *Bioresour Technol*. 223:277–286. doi:10.1016/j.biortech.2016.10.037
24. Walpole ER, Myers R, Myers LS. *Probabilidad & Estadística para Ingeniería & Ciencias*. Ed. Pearson. 2007. 8ª. México. 509.

IDENTIFICACIÓN DEL RAQUIS DE MAÍZ COMO MATERIAL ADSORBENTE DE HIDROCARBUROS

Data de aceite: 01/05/2022

Data de submissão: 08/03/2022

Cesar Luis Redonda Deceano

Maestro en Ingeniería Industrial egresado del Instituto Tecnológico Superior de Misantla Misantla, Veracruz
ORCID ID 0000-0003-1340-9115

David Reyes González

Ph.D. Mat. Sci & eng. Instituto Tecnológico Superior de Misantla Misantla, Veracruz

RESUMEN: Este trabajo presenta una descripción de materiales orgánicos con capacidad de absorción de hidrocarburos, sintéticos y naturales, en diferentes medios y actividades. Muestra una breve descripción de la característica adsorbente de raquis de maíz, en presencia de hidrocarburos, identificando su composición química genérica como una de las propiedades principales de absorción de hidrocarburo. Y presenta los resultados de una evaluación experimental de capacidad de absorción de hidrocarburo, por parte del raquis de maíz como material celuloso adsorbente.

PALABRAS CLAVE—Raquis de maíz, material celuloso, hidrocarburo, absorción.

IDENTIFICATION AS CORN RACHIS AS A HYDROCARBON ADSORBENT MATERIAL

ABSTRACT: This work shows a description of

organic material capacity for synthetic and natural hydrocarbons absorption, in different fields. Also shows a brief description of the corn rachis adsorbent feature, in presence of hydrocarbon, identifying its general chemical composition to be a mean property to adsorb hydrocarbon. Also shows results from an experimental evaluation of the hydrocarbon absorption capacity in corn rachis used as cellulose adsorbent material

KEYWORDS: Corn rachis, cellulose material, hydrocarbon, absorption.

1 | INTRODUCCIÓN

Los hidrocarburos son una familia de compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos. Los hidrocarburos se clasifican en dos grupos principales, de cadena abierta y cíclica.

Un derrame de petróleo o marea negra es un vertido de este hidrocarburo que se produce, debido a un accidente o práctica inadecuada que contamina el medio ambiente, especialmente el mar. Estos derrames afectan todo el ecosistema donde se produce el evento afectando gravemente la fauna y la pesca, así como a las costas con efectos que pueden llegar a ser muy persistentes en el tiempo. El uso del petróleo como el principal recurso energético del planeta ha generado impactos positivos en las economías de muchos países; sin embargo,

contrariamente, esto también ha desembocado en problemas de contaminación con efectos nocivos en los recursos y servicios ambientales a nivel mundial.

Diferentes accidentes de petróleo en el mundo han abierto los ojos a los investigadores sobre las causas inmediatas y a largo plazo de los contaminantes presentes en el petróleo.

Las actividades agropecuarias y agroindustriales dan origen a una serie muy amplia de esquilmos y subproductos derivados en su mayor parte de cereales (SAGARPA, 2010), los que generan contaminación al disponer de ellos de manera irresponsable, además de carecer de procesos establecidos que permitan su empleo para obtener productos de valor agregado. Estos residuos vegetales están constituidos principalmente por biomasa lignocelulósica, siendo los polímeros de celulosa y hemicelulosa los presentes en mayor cantidad, los cuales pueden ser degradados por diversos microorganismos.

Fecha	Compañía	Localización	Nombre	Suceso	Perdidas	Fuente
1995	Pemex	Terminal marítima madero	Buque tanque Sebastián lerdo de tejada	Derrame de hidrocarburos	33,500 litros de hidrocarburos y 3 toneladas de residuos impregnados	U.S. Coast Guard y SEMAR, 2012.
2006	High island offshore system	56 km al oeste de Galveston Texas	Oleoducto high island	Avería en dos secciones del oleoducto	1 252 barriles de crudo ligero	U.S. Coast Guard y SEMAR, 2012
2007	Pemex	Zonda de campeche	Pozo kab 121	Plataforma Usumacinta golpea el árbol de válvulas ocasionando una fuga de hidrocarburo	22 788 barriles de petróleo	U.S. Coast Guard y SEMAR, 2012
2010	BP	72 km de las Costas de louisiana	Pozo macondo/ plataforma Deep wáter horizon	Explosión en paquete de perforación	5,000,000 de barriles de petróleo en 3 meses	Wassel 2012 U.S. Coast Guard y SEMAR, 2012

Tabla 1.- de antecedentes de derrames en el golfo de México.

Fuente: *Los hidrocarburos en el noreste de México 2015*, ISBN: 978-607-7654-73.

El olote del maíz conocido también como raquis de maíz *se encuentra entre las fuentes* de recursos no maderable es un tejido esponjoso y blanco que representa la médula donde se almacenan las reservas alimenticias del cereal (Figura), compuesto por una base seca por celulosa (45 %), hemicelulosa (35 %) y lignina (15 %), de los cuales la hemicelulosa se compone mayoritariamente por xilano de olote (28-35 % base seca) uno de los heteroxilanos complejos que contiene residuos de xilosa con enlaces β -1,4 (Saha y Bothast, 1999). El xilano de olote de maíz se compone principalmente de xilosa (48-54 %), arabinosa (33-35 %), galactosa (5-11 %) y ácido glucurónico (3-6 %) (Doner y Hicks, 1997;

Saha y col., 2003). Estas características le confieren al olote la posibilidad de ser empleado como sustrato en la producción de la enzima xilanasa.

La disposición del olote como residuo no aprovechado. El Raquis de maíz se encuentra entre las fuentes de recursos no maderables con un alto contenido de xilanas, por lo que ha sido considerado de interés como fuente alternativa de diferentes compuestos químicos de interés comercial o industrial, entre otras fuentes de biomasa (Cordoba 2010) el olote es un residuo o subproducto agrícola que se genera en grandes cantidades en el proceso de separación de grano de maíz, se estima que por cada tonelada de maíz se obtienen 170 kg. De olote (CIMMYT-1995)

Datos recientes sobre la producción de maíz en el 2010 (884 millones de toneladas) puede estimarse que se generan alrededor de 144 millones de toneladas de olote por año (FAOSTAT 2012).

En este sentido el uso o aplicación química del olote ha estado muy restringido debido a la dificultad que existe de acceder a sus componentes (carácter recalcitrante) e incompleta caracterización química, así como la valoración de sus principales productos (lignina, celulosa, y hemicelulosas). Estos aspectos han limitado su utilización y conducido a la quema del olote como recurso o al esparcimiento de sus residuos a la intemperie, generando un problema de contaminación ambiental. Entre los usos del olote que han sido reportados en esta presente literatura es su aplicación como forraje en grangas, soporte para soportar la erosión de la tierra y también como sustratos para la extracción de la encima xilanasa

mes	hectáreas sembradas	Cosechada	prod. Por tonelada
enero	150,994		
febrero	184,010	4,714	17,242
marzo	185,495	9,910	34,227
abril	185,495	55,492	162,008
mayo	185,495	139,263	345,882
junio	185,495	171,716	440,405
julio	185,495	181,483	459,076
agosto	185,495	185,495	469,430
septiembre	185,495	185,495	469,430
octubre	185,495	185,495	469,430
noviembre	185,495	185,495	469,430
diciembre	185,495	185,495	469,430

fuelle servicio de alimentación agroalimentario y pesquero Tabla 2.- Hectáreas de maíz de grano sembradas en Veracruz mes de diciembre 2018.



Figura 1: representa la producción de maíz por estado en México en el 2018.

componentes %	Córdoba et al 2007	Garrote et al 2007	Rivas et al 2004	Thomson 1995
hemicelulosa	33.6	31.1	39	33.7 - 41.2
celulosa	45+	34.3	34.3	30.0 - 41.7
	50++			
lignina klason	15.8	18.8	14.4	4.5 - 15.9
cenizas	2	no reporta	no reporta	no reporta

Tabla 3.- se muestran los siguientes componentes del olote, según trabajos de investigación

USOS ALTERNATIVOS

Se realizó un estudio con bagazo integral a la salida del tándem de la empresa azucarera “Héctor Molina” para evaluar sus potencialidades como material adsorbente con prestaciones en el control para derrames de hidrocarburos que pueden producirse como resultado de las deficiencias operacionales en las empresas azucareras. Para un bagazo con una densidad aproximada de 80 kg/m³, se evaluó la incidencia del contenido de humedad y la granulometría de la fibra en su capacidad de adsorción.

De igual forma se comprobó la incidencia de los contenidos de humedad de la fibra en la absorción de hidrocarburos, donde el bagazo con un contenido promedio de humedad de 31.57 % es capaz de adsorber 4.94 g hidrocarburo/ g bagazo, valores que

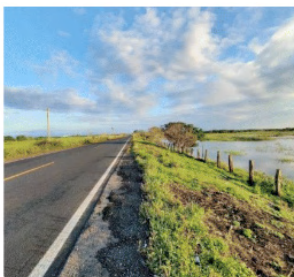
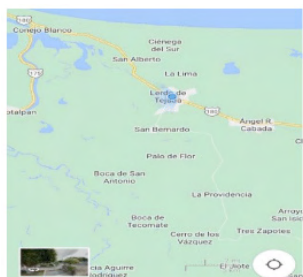
se incrementan cuando el contenido de humedad promedio es de 11.48 % hasta 5.68 g hidrocarburo/g bagazo. Se demostró que no se existe una proporcionalidad directa entre la reducción del contenido de humedad y los niveles de adsorción, sobre el cual inciden también, otros aspectos como la viscosidad del hidrocarburo.

Basándose en el estudio anterior se analiza el uso del raquis de maíz para esa actividad.

METODOLOGÍA

Las muestras de raquis de maíz utilizadas fueron obtenidas en un campo de siembra de maíz, en el municipio de Lerdo de Tejada Veracruz. México Las muestras del material absorbente fueron lavadas, secadas, molidas y tamizadas para su utilización. Se investigó el potencial del olote en experiencias en el laboratorio y se realizaron 3 muestras con petróleo de 24° API Y agua; estos estuvieron en contacto por un tiempo 30 min en vasos de precipitado, permitiendo la interacción entre estos, para favorecer la absorción del petróleo. Las muestras fueron una mezcla de aceite y agua en una proporción 1 a 3, con un volumen total de las muestras de 80 ml.

Figura 2, 3 y 4 Muestra el raquis de maíz molido, y en el proceso de tamizado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 y 6 Muestra el raquis de maíz molido, y en el proceso de tamizado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 se muestra Representación de una muestras de 2.5 gr. que están siendo pesadas para ser agregadas a la mezcla, en la figura 8 se muestra al raquis de maíz en el proceso de absorción de hidrocarburo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 y 10 Muestra la comparación entre los distintos tamaños de material muestras de material absorbente, así como su capacidad de absorción.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 y 12 Muestran la muestra de agua después de ser retirado el material absorbente con el hidrocarburo.



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Muestra A: Tamaño de partícula .297mm, en proporción 75% agua y 25 % petróleo (60 y 20 ml respectivamente), en la cual se observa un 70% de remoción de petróleo, al retirar las partículas de olote colocadas en la muestra de manera individual.

Muestra B: Tamaño de partícula .597mm, en proporción 75% agua y 25 % petróleo (60 y 20 ml respectivamente), en la cual se observa un 70% de remoción de petróleo, al retirar las partículas de olote colocadas en la muestra de manera individual.

Muestra C: Tamaño de partícula 1.19 mm, las cuales a diferencia de las primeras dos muestras únicamente se utilizó una tercera parte del olote utilizado anteriormente, en

proporción 75% agua y 25 % petróleo (60 y 20 ml respectivamente), en la cual se observa de manera cualitativa un incremento notable de remoción de petróleo logrando alcanzar un 90%, además de una separación del olote con aceite absorbido de la mezcla, retirando todo el material absorbente y aceite en una sola etapa.

CONCLUSIÓN

A partir de las pruebas realizadas, se puede inferir que el olote, como material cuya composición principal es a partir de celulosa, presenta características absorbentes en presencia de aceites hidrocarburos, mostrando un incremento en su eficiencia de acuerdo al tamaño de partícula utilizado para el proceso de absorción.

Con este resultado se justifica la continuación de pruebas de capacidad de absorción de hidrocarburos en olote (material celuloso), estudiando de forma más estructurada su eficiencia de acuerdo a tamaño de partícula, densidad de aceite a absorber, y concentración salina en agua, y así obtener un modelo predictivo de calidad de absorción en función de estos factores.

REFERENCIAS

Arroyo, M., Quesada, M., Quesada, R. Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. Geocisa. Div. Protección Ambiental de Suelos.

-Fatima B, Flavio A, Oliveira C, Benedict O, William T. Bioremediation of soil contaminated by diesel oil. Brazilian Journal Microbiology.

-Karagöz S., Bhaskar T., Muto A., Sakata Y. Comparative studies of oil compositions produced from sawdust, rice husk, lignin and cellulose by hydrothermal treatment.

-Tiwari S., Gupta, V.K., Pandey, P.C., Singh, H., Mishra, P.K. Adsorption chemistry of oil-in-water emulsion from spent oil based cutting fluids using sawdust of *Mangifera indica*. J. Int. Environ

CARACTERIZACIÓN Y DESEMPEÑO EN RETARDANCIA A LA FLAMA DE MEZCLAS PE/EVA CON COMBINACIONES DE $Mg(OH)_2$, KERATINA Y AGENTE INTUMESCENTE (ADN)

Data de aceite: 01/05/2022

Saúl Sánchez Valdes

Centro de Investigación en Química Aplicada
Coahuila, México

J. Alvite-Ortega

Centro de Investigación en Química Aplicada
Coahuila, México

E. Ramirez-Vargas

Centro de Investigación en Química Aplicada
Coahuila, México

L.F. Ramos deValle

Centro de Investigación en Química Aplicada
Coahuila, México

J.G. Martínez-Colunga

Centro de Investigación en Química Aplicada
Coahuila, México

RESUMEN: En este trabajo se estudió el efecto de la adición de ADN y fibras de queratina (FK) con agentes de acoplamiento (LDPE-gMA y EVA-gMA) en las propiedades de resistencia a la flama y mecánicas de mezclas de LDPE/EVA/ $Mg(OH)_2$. Los compuestos se prepararon por mezclado en fundido con diferente contenido y composición de los agentes retardantes de flama y se caracterizaron mediante SEM, UL-94 Horizontal, LOI, calorimetría de cono, TGA y prueba mecánicas. El mejor sistema fue la mezcla de polímeros con ADN/FK/ $Mg(OH)_2$, de acuerdo a la tasa de liberación de calor. También

se obtuvieron placas de LDPE/EVA recubiertas con ADN por termocompresión. Éste sistema se comparó con los resultados obtenidos con ADN en masa y se demostró que el recubrimiento funciona mejor cuando la combustión ocurre con menor irradiación de calor.

ABSTRACT: In this work, the effect of the addition of DNA and keratin fibers (FK) with coupling agents (LDPE-gMA and EVA-gMA) on the flame resistance properties and mechanics of LDPE/EVA/Mg blends was studied (OH)₂. The compounds were prepared by mixing in a melt with different content and composition of flame retardant agents and were characterized by SEM, UL-94 Horizontal, LOI, cone calorimetry, TGA and mechanical testing. The best system was a mixture of polymers with DNA/FK/ $Mg(OH)_2$, according to the rate of heat release. LDPE/EVA plates covered with DNA were also obtained by thermocompression. This system was compared with the results obtained with DNA in mass and it was shown that the coating works better when the combustion occurs with less heat irradiation.

INTRODUCCIÓN

El uso de retardantes de flama de origen mineral es una alternativa al uso de compuestos halogenados, como es el caso del hidróxido de magnesio ($Mg(OH)_2$). Este compuesto ha demostrado mejorar las propiedades de resistencia a la flama de los polímeros, además de tener baja toxicidad, ser poco corrosivo y relativamente de bajo costo (11). Sin embargo,

hay que utilizar grandes cantidades de $Mg(OH)_2$ para lograr un efecto considerable de retardancia a la flama; trayendo como consecuencia, el decremento de la procesabilidad y el cambio de las propiedades mecánicas del material (12,13). Una alternativa más novedosa es el uso de agentes intumescentes de origen natural como el ácido desoxirribonucleico (ADN) y la fibra de queratina (FK). El ADN es una molécula compleja que contiene nitrógeno, fósforo y una base de carbono como la desoxirribosa, lo cual lo hace muy eficiente en recubrimientos intumescentes en fibras de celulosa y matrices de EVA (14,15). Por otro lado, la fibra de queratina (FK) es una proteína que ha demostrado tener propiedades retardantes a la flama y se ha utilizado también en aplicaciones como refuerzo de matrices poliméricas (16). Ambos productos son amigables con el medio ambiente y presentan costos más bajos que los agentes intumescentes convencionales, debido a que se obtienen a partir de desechos o subproductos de la industria alimenticia (16,17). Con la finalidad de desarrollar nuevos sistemas con resistencia a la flama, libres de halógenos y con buenas propiedades mecánicas, en este trabajo se utilizó ADN y fibras de queratina en mezclas de LDPE/EVA utilizando agentes de acoplamiento para reducir el contenido de $Mg(OH)_2$ y mejorar las propiedades de retardancia a la flama.

PARTE EXPERIMENTAL

Las resinas de EVA (ELVAX 260) y LDPE (PX20020X) fueron adquiridas en DuPont y PEMEX, respectivamente. Se utilizaron los agentes de acoplamiento EVA-gMA (Bynel 3095) y LDPE-gMA (FQC CA 10-149) de DuPont y First Quality Chemicals, respectivamente. Los retardantes de flama utilizados fueron ADN (D3159) de Sigma Aldrich, plumas de ganso (HOLLANDER) e hidróxido de magnesio (MAGNIFIN H-5 MV) de ALBERMARLE. Las plumas se cortaron en un molino de cuchillas marca Brabender a 3500 rpm y se tamizaron en el RO-TAP por 10 min empleando un tren de filtros de 2.36 mm, 850 μm , 300 μm , 212 μm y 106 μm . Los compuestos se prepararon a una relación 70/30 mediante mezclado en fundido en un extrusor Xplore durante 10 min a 100 rpm y 170°C. En todas las formulaciones se mantuvo constante la relación 70/30 de la mezcla polimérica LDPE/EVA y el contenido de los agentes de acoplamiento (7% para LDPE-gMA y 3% de EVA-gMA). Se evaluaron tres retardantes de flama diferentes a una misma concentración, combinados e individualmente. Se utilizó un 30 % de hidróxido de magnesio, 5% ADN y 10% de fibra de queratina. En la Tabla 1 se muestra las composiciones de cada mezcla. Se obtuvieron placas por compresión en una prensa hidráulica con temperatura controlada, por un tiempo de 15 min a 170°C.

Formulación	LDPE/ EVA	Mg(OH) ₂	ADN	Fibra de Queratina
1	70/30	-	-	-
2	70/30	30	-	-
3	70/30	-	5	
4	70/30	-	-	10
5	70/30	30	5	0
6	70/30	30	0	10
7	70/30	30	5	10
8	70/30	0	5	10
Referencia	70/30	50	-	-

Tabla 1. Composiciones de los nanocompuestos.

El ADN se mezcló en seco con el LDPE-gMA pulverizado mediante una punta con ultrasónico a máxima potencia por 30 min. Posteriormente, se obtuvo una película de ADN/LDPE-gMA por moldeo por compresión 170°C por 1.5 min a 5 MPa. Esta película se depositó sobre la placa de LDPE/EVA/EVA-gMA y se adhirió mediante termocompresión en una prensa hidráulica a las mismas condiciones.

Los análisis de TGA se llevaron a cabo a una rampa de calentamiento de 10°C/min a un intervalo de temperatura de 30 a 800 °C, en atmósfera de nitrógeno. El equipo TA Instrumens TGA-Q500 utilizado consiste de una balanza de alta precisión con un recipiente cargado con la muestra. Las muestras se fracturaron criogénicamente en nitrógeno líquido y se recubrieron con oro-paladio para darles características conductoras. Los análisis se realizaron en un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo marca JEOL JSM-740 IF. La prueba UL-94 horizontal se realizó conforme a la norma ASTM D635. Las probetas se marcaron a 25 mm y 100 mm y se sujetaron horizontalmente. Se mantuvo la probeta en contacto con una llama de 20 mm de alto durante 30 seg. Se midió el tiempo y la distancia que duró encendida la probeta o hasta que llegó a la marca de los 100 mm. Se utilizó una cámara de inflamabilidad CEAST. El índice de oxígeno (LOI) se determinó según la norma ASTM D-2863. A 28 valores menores a 21% se consideran materiales combustibles y a valores mayores se consideran auto-extinguibles. Se utilizó un cono calorimétrico de Fire Testing Technology siguiendo el método descrito en la norma ASTM E1354. El cono calorimétrico se calibró a 5 kW con flujo de metano, el flujo en el ducto de extracción fue de 24 L/s y el analizador fue calibrado con un 20.95% de oxígeno. El flujo de calor para la evaluación de las muestras fue de 35 kW/m². Una vez que el material se incendió se registró el tiempo el cual tardó para la ignición y el tiempo en el cual se extinguió la flama. Las propiedades mecánicas se realizaron siguiendo la norma ASTM D 638-01. Los compuestos se evaluaron en una máquina universal de pruebas mecánicas marca MTS Criterion modelo 43 con una celda de carga de 500 N. Se utilizó una tasa de

desplazamiento del cabezal de 10 mm/min y una separación entre mordazas de 1 pulgada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de fibras de queratina

En la Figura 1 se muestra una micrografía de las fibras de queratina obtenidas donde se puede apreciar las dimensiones de las mismas. El diámetro oscila de 3 a 30 μm y el largo de 30 a 270 μm . Estas dimensiones son similares a las reportadas por Krystyna Wrzeźniewska y Tosik, quienes obtuvieron fibras de queratina por una metodología similar (16).

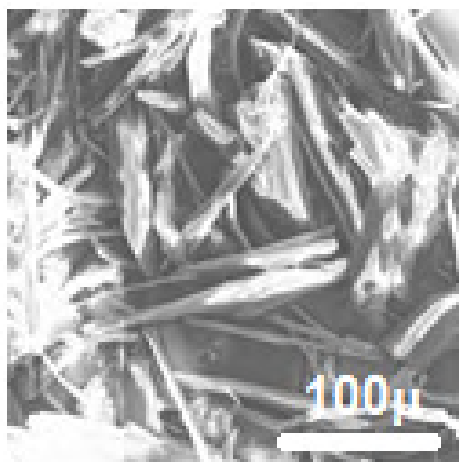


Figura 1. Micrografía SEM de las fibras de queratina.

Caracterización de compuestos

En la Figura 2 se muestra una micrografía SEM de la superficie fracturada de la placa LDPE/EVA/LDPE-gMA/Mg(OH)₂/ADN/FK. Se puede apreciar el ADN adherido al hidróxido de magnesio y a la matriz polimérica sin formar grandes aglomerados. Se muestra el ADN adherido a la fibra de queratina.

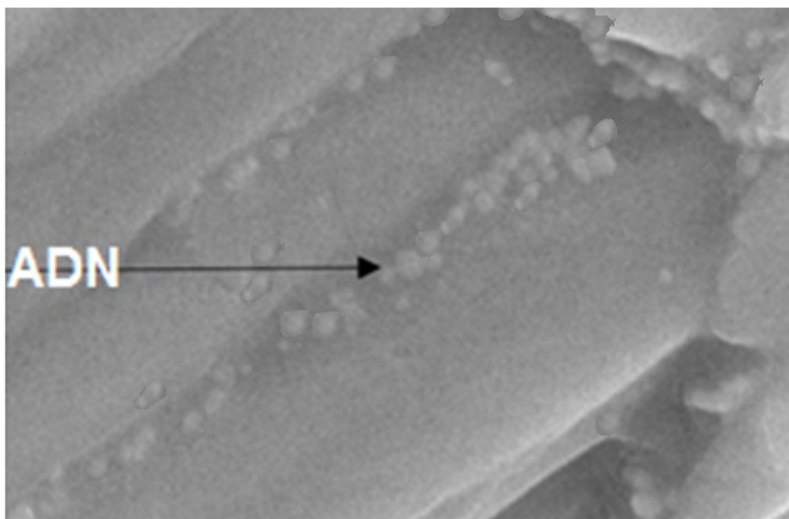


Figura 2. Micrografía SEM de la mezcla LDPE/EVA/Comp/Mg(OH)₂/ADN/FK.

Prueba UL-94 HB

En la Tabla 2 se muestra la rapidez de propagación de la flama de los compuestos. Todos clasificaron como HB y en todos se observó goteo. En todas las formulaciones la rapidez de quemado fue menor con respecto a la mezcla polimérica. El sistema de referencia de la industria (50% de hidróxido de magnesio) fue el de menor rapidez de quemado (Vq) de 18.03 mm/min. No obstante, el sistema con ADN y fibra de queratina fue el de menor Vq (22.05 ± 1.62 mm/min) con respecto a los otros sistemas. Esto es debido a la similitud en el mecanismo de retardancia de ambos componentes, el cual consiste en la formación de una capa espumada que protege el polímero. En el caso de la fibra de queratina, al ser una proteína, sus principales grupos de aminoácidos contribuyen en la formación de compuestos fenoles y aromáticos. Estos compuestos son estructuras estables a elevadas temperaturas. La fibra de queratina al descomponerse crea una capa espumada de menor volumen que el ADN, ya que presenta una menor cantidad de compuestos a base de nitrógeno, lo cual es fundamental para producir las burbujas.

Formulaciones	UL-94	Vq (mm/min)	goteo
LDPE/EVA/Comp.	HB	29.87 ± 0.98	si
P/Mg(OH) ₂ (50%) Ref.	HB	18.03 ± 0.22	si
P/Mg(OH) ₂	HB	24.40 ± 0.24	si
P/ADN	HB	25.67 ± 0.70	si
P/FK	HB	24.43 ± 1.37	si
P/Mg(OH) ₂ /ADN	HB	29.51 ± 1.85	si
P/Mg(OH) ₂ /FK	HB	24.45 ± 0.45	si
P/Mg(OH) ₂ /ADN/FK	HB	26.15 ± 0.08	si
P/ADN/FK	HB	22.05 ± 1.62	si

Tabla 2. Rapidez de propagación de la flama de compuestos.

En el caso del sistema con los agentes intumescentes y el hidróxido de magnesio se obtuvo una rapidez de quemado ligeramente mayor con respecto al sistema intumescente. Esto pudiera sugerir que el mecanismo de retardancia del hidróxido de magnesio está interfiriendo el proceso de los agentes intumescente, ya que el grosor de todos estos procesos ocurre entre 300 a 350°C. El hidróxido de magnesio absorbe calor, comienza a liberar agua y crea una capa carbonosa de óxido de magnesio protegiendo al polímero. En los sistemas formados por un agente intumescente y el hidróxido de magnesio se obtuvo una rapidez de quemado superior al sistema compuesto por cada uno individualmente, siendo más notable en el caso del ADN. Esto ratifica que los mecanismos de retardancia del Mg(OH)₂ y los intumescentes se interfieren. Cuando el Mg(OH)₂ es expuesto a la flama, comienza a absorber calor y a liberar agua, “enfriando” el sistema y el agente intumescente no alcanza la temperatura necesaria para producir su efecto. El agua liberada por el hidróxido de magnesio interfiere con la formación de burbujas en la creación de la capa espumada de los intumescentes.

ÍNDICE DE OXIGENO

En la Tabla 3 se muestran el porcentaje mínimo necesario para que ocurra la ignición de cada sistema estudiado. Todas las formulaciones con hidróxido de magnesio combinado con los agentes intumescentes clasifican en autoextinguibles, sin superar la muestra referencia.

Formulaciones	% OXIGENO
LDPE/EVA/Comp.	18
P/ADN	20
P/FK	19.5
P/Mg(OH) ₂	19
P/ADN/FK	20
P/Mg(OH) ₂ /FK	22
P/Mg(OH) ₂ /ADN	21
P/Mg(OH) ₂ /ADN/FK	24
P/Mg(OH) ₂ 50%/Ref.	25

Tabla 3. Resultados de LOI de los nanocompuestos.

CALORIMETRÍA DE CONO

En la Figura 3 se muestra un gráfico comparativo de la tasa de liberación de calor (HRR) con respecto al tiempo de los sistemas estudiados.

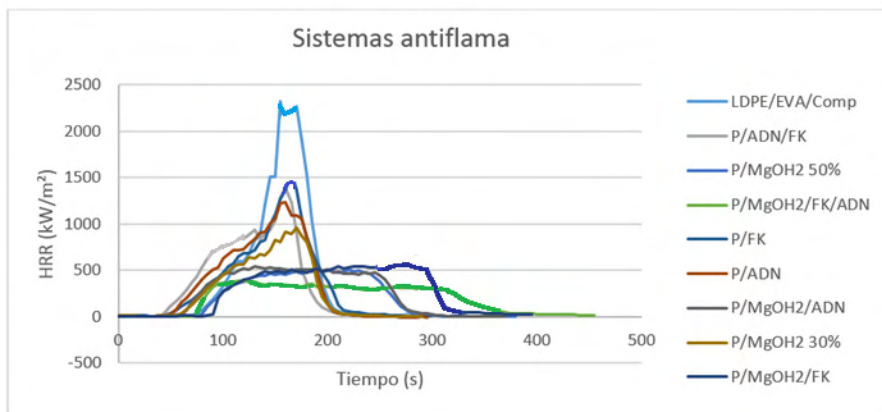


Figura 3. Tasa de liberación de calor (HRR) vs tiempo de los sistemas.

Los mejores sistemas fueron aquellos que contenían hidróxido de magnesio y agentes intumescentes, ya que presentaron un comportamiento retardante a la flama similar al sistema de referencia de la industria (P/Mg(OH)₂ 50%). En la Tabla 4 se muestran el pico máximo de liberación de calor (PHRR), la reducción de PHRR con respecto al sistema polimérico (%), el calor total liberado (THR) y el tiempo de ignición (TTI). Los resultados obtenidos sugieren que las mejores formulaciones retardantes a la flama fueron las que contienen hidróxido de magnesio y agentes intumescentes. Los sistemas con mejor comportamiento de retardancia a la flama de acuerdo a la prueba del índice de oxígeno limitante coincidieron con los obtenidos en calorimetría de cono. Esto es debido a la forma

en que se realiza la prueba, donde los agentes intumescentes tienen el calor necesario para poder llevar a cabo su mecanismo de retardancia.

Calorimetría de cono				
Formulaciones	PHRR (kW/m ²)	Reducción de PHRR (%)	THR (MJ/m ²)	TTi (s)
LDPE/EVA/Comp.	2323.50	0.00	121.72	69
P/ADN	1237.28	46.75	99.66	44
P/FK	1551.87	33.21	100.56	43
P/Mg(OH) ₂	954.74	58.91	75.65	54
P/ADN/FK	1385.51	40.37	102.05	38
P/Mg(OH) ₂ /ADN	539.38	76.79	91.58	56
P/Mg(OH) ₂ /FK	687.23	70.42	105.19	84
P/Mg(OH) ₂ /FK/ ADN	390.41	83.20	85.76	70
P/Mg(OH) ₂ 50% Ref.	506.75	78.19	75.57	76

Tabla 4. Resultados de la calorimetría de cono de los sistemas estudiados.

En cuanto al tiempo de ignición el mejor sistema fue el que contenía hidróxido de magnesio y fibra de queratina (P/Mg(OH)₂/FK) con un tiempo de 84 segundos, debido a la acción conjunta de estos componentes. Durante el proceso de degradación el hidróxido de magnesio libera agua y como consecuencia “enfriá” el material. Por otro lado, la fibra de queratina al ser una proteína forma compuestos fenoles y aromáticos, que son estructuras estables a alta temperatura. Por tales razones, este sistema tiene más resistencia a la combustión. Los sistemas que contienen solo los agentes intumescentes mostraron menores TTI ya que debido a su origen orgánico son más sensibles a la temperatura y a su vez comienzan el mecanismo de retardancia a la flama a menores temperaturas.

La reducción del PHRR del sistema con hidróxido de magnesio y fibra de queratina fue de 70.42% y aunque no llega a superar el sistema de referencia (78.19%), el valor no está muy distante. No obstante, el sistema con hidróxido de magnesio y ADN (P/Mg(OH)₂/ADN) tuvo un mejor desempeño que el anterior, obteniéndose una reducción de PHRR del 76.79% y un menor calor total liberado.

Con respecto al pico máximo de liberación de calor, el mejor sistema fue el que contenía hidróxido de magnesio y los agentes intumescentes (P/Mg(OH)₂/FK/ADN). La reducción de PHRR fue de 83.20%, superando a la muestra de referencia, debido a que todos los retardantes a la flama colaboraron para disminuir la liberación de calor. En esta Figura se puede apreciar como este sistema luego de su ignición tiene su pico máximo de calor y continúa su desprendimiento de calor en decremento hasta extinguirse. Esto es

un buen indicativo en la retardancia a la flama ya que al desprender menos calor existe un menor riesgo de que se convierta en fuente para otro incendio. Este sistema presentó el menor calor total liberado (85.76 MJ/m²) de todos, exceptuando la referencia industrial. En la Figura 4 se puede apreciar la capa espumada formada por este sistema, demostrando los agentes intumescentes tuvieron la temperatura necesaria para producir la capa espumada sin que el hidróxido de magnesio interfiriera en su mecanismo de retardancia.



Figura 4. Capa espumada intumescente formada por la placa polimérica de 3 mm de espesor compuesta por los tres FR estudiados en calorimetría de cono.

En la Figura 5 se presentan fotografías de los residuos carbonosos (cenizas) de todos los sistemas después de la prueba de calorimetría de cono. En los sistemas P/ADN y P/FK solo se observan las cenizas del residuo de la combustión. Por otro lado, se observa que las formulaciones que contenían hidróxido de magnesio forman una mayor cantidad de residuos carbonosos debido a que el óxido de magnesio resultante aísla el polímero evitando que se consuma totalmente. En cambio, en las formulaciones sin hidróxido de magnesio solo se aprecian las cenizas.

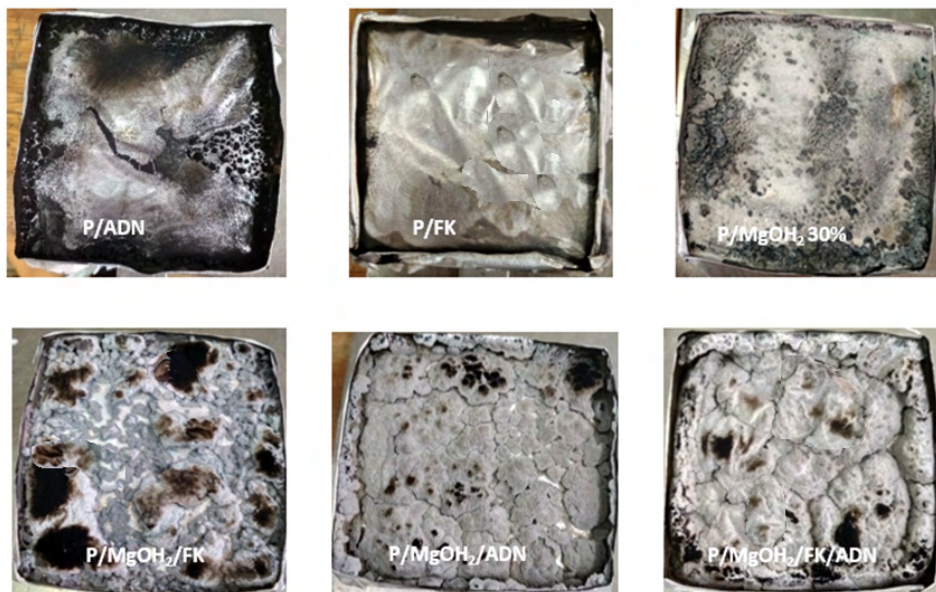


Figura 5. Residuos obtenidos en la calorimetría de cono.

ESTABILIDAD TÉRMICA

Las diferentes formulaciones se compararon de acuerdo a la temperatura máxima, la rapidez de pérdida de masa y los residuos a 500°C, con respecto al sistema polimérico base (sin agentes RF) (Tabla 5).

Formulaciones	Tmax (°C)	Rapidez en la pérdida de masa en Tmax (%/°C)	Residuos a 500°C (%)
LDPE/EVA/Comp	465.15	2.60	0
P/ADN	472.35	2.45	2.00
P/FK	474.30	2.38	0.84
P/Mg(OH) ₂	472.81	1.83	21.12
P/ADN/FK	472.68	2.16	6.02
P/Mg(OH) ₂ /ADN	474.43	1.95	23.09
P/Mg(OH) ₂ /FK	477.57	1.56	23.09
P/Mg(OH) ₂ /ADN/FK	472.63	1.47	26.40
P/Mg(OH) ₂ 50% Ref	476.17	1.41	33.32

Tabla 5. Comparación de los resultados obtenidos por TGA.

Todos los sistemas con hidróxido de magnesio presentaron una menor rapidez de pérdida de masa (en Tmax) y formaron una mayor cantidad de residuos a 500°C. Esto

es debido a los mecanismos de descomposición del hidróxido de magnesio. Al absorber calor durante su descomposición libera agua y “enfriá” el material, además forma una capa carbonosa que protege al material. Los sistemas que contienen fibra de queratina presentaron una mayor temperatura de degradación máxima debido a la formación de compuestos estables a alta temperatura (fenoles y aromáticos) (71). La formulación con fibra de queratina e hidróxido de magnesio presentó mayor temperatura de degradación, superando a la referencia, debido a que ambos componentes tienen una alta estabilidad térmica por sí mismos. Al comparar los sistemas P/ADN y P/FK se aprecia como la fibra de queratina le confiere mayor estabilidad térmica al compuesto, en cambio el ADN es capaz de formar más residuo.

El compuesto con hidróxido de magnesio y los agentes intumescentes (P/Mg(OH)₂/ADN/FK) presentó una rapidez de pérdida de masa menor y un mayor porcentaje de residuos, comparado con el sistema de referencia. En este sistema hay una colaboración de todos los RF, proporcionando así, una mayor resistencia a la pérdida de masa.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Las fibras de queratina presentan anisotropía, es decir, sus propiedades físicas varían según la dirección en que sea examinada. En el caso de los sistemas con fibras obtenidos en este trabajo hay una orientación aleatoria de las mismas debido al método de obtención (moldeo por compresión). Los materiales compuestos con fibras aleatoriamente orientadas y distribuidas en la matriz son isotrópicos. Las fibras orientadas paralelamente a la dirección de la carga producirán mayor reforzamiento que las orientas en otras direcciones. El ADN presenta un tamaño nanométrico (largo de una hebra < 10 nm) que no presentan estructuras rígidas como en el caso de las fibras de queratina. Su estructura es deformable, ya que por su propia naturaleza este es capaz de reconstruirse y desdoblarse. El uso de determinadas nanopartículas puede introducir nuevos mecanismos de disipación de energía en los polímeros a bajas concentraciones (5%) mejorando sus propiedades mecánicas (72).

En la Tabla 6 se muestran los valores de la resistencia a la tensión, módulo de elasticidad y elongación a la ruptura de sistemas estudiados

Formulaciones	Módulo de elasticidad (MPa)	Resistencia tensil (MPa)	Elongación a la ruptura (%)
LDPE/EVA/comp.	84.23 ± 3.34	16.18 ± 0.57	728.68 ± 41.56
P/Mg(OH) ₂ (50%) Ref.	165.85 ± 11.83	3.06 ± 0.25	3.68 ± 0.30
P/ADN	86.24 ± 1.92	18.04 ± 0.54	930.23 ± 51.94
P/FK	143.36 ± 12.54	12.26 ± 0.98	63.50 ± 5.56
P/Mg(OH) ₂	107.36 ± 9.30	5.15 ± 0.49	16.92 ± 1.48
P/Mg(OH) ₂ /ADN	165.07 ± 11.72	10.59 ± 0.44	31.53 ± 2.25
P/Mg(OH) ₂ /FK	188.21 ± 4.80	9.48 ± 0.57	20.09 ± 0.61
P/Mg(OH) ₂ /AND/FK	215.56 ± 13.45	9.56 ± 0.94	21.06 ± 1.18
P/ADN/FK	166.43 ± 3.93	10.46 ± 0.57	23.52 ± 0.69

Tabla 6. Comparación de los resultados obtenidos por prueba de tensión.

El sistema con hidróxido de magnesio y los agentes intumescentes superaron las propiedades mecánicas de la referencia (50 % Mg(OH)₂). Esto demuestra la buena interacción entre todos los RF utilizados y la matriz polimérica.

La adición de fibras de queratina reforzó la mezcla polimérica (P/FK) incrementando el módulo de elasticidad a 143.36 MPa y la resistencia tensil a 12.26 MPa. De esta forma se logró un material menos frágil que cuando se utiliza el hidróxido de magnesio. Esto es debido a que las fibras de queratina son proteínas de estructuras fibrosas de gran resistencia física presentes en funciones estructurales como garras, exoesqueletos, plumas, cabello, etc. El sistema con los dos agentes intumescentes (P/ADN/FK) presentó un mayor módulo elástico (166.43 MPa) que los sistemas que contenían cada uno de ellos por separado, obteniéndose un material más rígido. En cuanto a la elongación a la ruptura y la resistencia tensil fue menor que los sistemas que contenían cada uno de ellos, esto puede ser debido a que no se hayan acoplado todos los agentes intumesciente en la matriz polimérica. En el sistema con ADN (P/ADN) aumentaron todas las propiedades mecánicas con respecto al sistema polimérico base, lo cual indica que el ADN presenta buena interacción en la matriz polimérica. En particular, incrementó la elongación a la ruptura en 930.23% con respecto a la mezcla polimérica base (728.68%), por lo que se logró un material con mayor propiedad de deformación que el original. Esto demuestra que el ADN está bien adherido a la matriz polimérica y gracias a su naturaleza le confiere una mayor propiedad elástica. El sistema con hidróxido de magnesio y ADN (P/Mg(OH)₂/ADN) mostró un módulo elástico similar a la referencia industrial y la resistencia tensil y elongación a la ruptura incrementaron a 10.59 MPa y 31.53%, respectivamente, por lo que el material obtenido tiene menor fragilidad. El sistema con hidróxido de magnesio y fibras de queratina (P/Mg(OH)₂/FK) incrementó en mayor medida el módulo de elasticidad a 188.21 MPa con respecto a la referencia,

debido a la naturaleza de las fibras. Las fibras también aportaron a este sistema una mayor resistencia tensil y la elongación a la ruptura que el sistema de referencia, obteniéndose un material con menor fragilidad.

CONCLUSIONES

El sistema LDPE/EVA/Comp/ADN/FK/Mg(OH)₂ tuvo mejor propiedad de retardancia a la flama que el sistema de referencia (50% de hidróxido de magnesio) y mejores propiedades mecánicas. La incorporación de fibras de queratina y ADN a los sistemas de LDPE/EVA/Mg(OH)₂ incrementó su propiedad de retardancia a la flama debido a que hubo un efecto aditivo entre la capacidad intumescente del ADN y el efecto ignífugo del Mg(OH)₂, aún a menores contenidos que los empleados convencionalmente. La adición de fibras de queratina reforzó la matriz polimérica confiriéndole mejores propiedades de deformación en comparación al Mg(OH)₂, debido a su estructura fibrilar. La incorporación de ADN incrementó significativamente las propiedades mecánicas de la matriz polimérica debido a su tamaño nanométrico y posible enmarañamiento de sus cadenas en la matriz polimérica. Se estableció una metodología para el recubrimiento de placas de LDPE/EVA con ADN, el cual mostró un mejor desempeño en combustiones bajo la aplicación de una llama directa al material, debido a una mejor acción como capa aislante.

REFERENCIAS

1. Zarringhalam-Moghaddam A, Saedi G. 2, 2000, *Scientia Iranica*, Vol. 7.
2. Laoutid F., Bonnaud L., Alexandre M., Lopez-Cuesta J.-M. 63, 2009, *Dubois Ph.- Materials Science and Engineering*.
3. Zhong H., Wu D., Wei P., Jiang P., Li Q, Hao J. 42, 2007, *Journal Mater Sci*.
4. Jian-Dong Z., Rong-Xun LI., Shao-Hua F., Guang-Ye L., Jian-ying Z. 15, 2008, *Journal of Central South University of Technology*.
5. Covaci A., Harrad S., Abdallah M.A., Ali N., Law R.J. 37, 2011, *Environment International*.
6. Shaghghi S. y Mahdavian A. R. 2006, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, Vol. 13.
7. Sorribes, Àlex Garrido. *Estudio experimental de desarrollo de plásticos ignífugos*. 2015. pág. 25.
8. Patiño, Y., Díaz, E., & García, S. O. 2, 2014, *Avances en Ciencias e Ingeniería*, Vol. 5, págs. 1-20.
9. ROTH. 2016, *ficha técnica de óxido de antimonio*.
10. A. B. Morgan y C. A. Wilkie. 2007, *Flame Retardant Polymer Nanocomposites*, New Jersey EUA., págs. 1-31.
11. Ok J., Matyjaszewski K. 2, 2006, *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, Vol. 16.

12. Razak, J. A., Akil, H. M., & Ong, H. 2, 2007, *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, Vol. 20, págs. 195-205.
13. Anna P., Marosi G., Bertalan G., Marton A. Szep A. 2002, *Journal of Macromolecular Science*, Vol. 41.
14. Alongi, J., Carletto, R. A., Di Blasio, A., Carosio, F., Bosco, F., & Malucelli, G. 2013, *Journal of Materials Chemistry A*.
15. Alongi, J., Di Blasio, A., Cuttica, F., Carosio, F., & Malucelli, G. 2014, *European Polymer Journal*.
16. Wrześniewska-Tosik, K., Zajchowski, S., Bryśkiewicz, A., & Ryszkowska, J. 2014, *Fibers & Textiles in Eastern Europe*.
17. Wang L., Yoshida J. 2001, *Chem. Master*.
18. Charles A. Harper, Edward M. Petrie., 2003, *Plastics Materials and Processes, a Concise Encyclopedia*,, pág. 428.
19. Cornelia Vasile. 2005, *Practical guide to Polyethylene, Rapra Technology*.
20. [En línea] 2018. https://es.123rf.com/photo_45466631_fórmula-química-estructural-y-el-modelo-de-molécula-de-polietileno.html.
21. 2018, Packaging news for today's industry.
22. Andrew J. Peacock. 2000, *Handbook of Polyethylene: Structures, Properties and Applications*.
23. [En línea] 2018. <https://www.paxonplastic.com/lpde-the-first-polyethylene/>.
24. Manas Chanda. 2007, *Plastics Technology Handbook*, págs. 4-51.
25. Y. Y. Yen, H. T. Wang y W. G. Guo., 2012, *Polymer Degradation and Stability*, Vol. 97, págs. 863-869.
26. E. D. Weil y S. V. Levchik. 2008, *Journal of Fire Sciences*, Vol. 26, págs. 5-43,.
27. B. Li, H. Jia, L. Guan, B. Bing y J. Dai. 2009, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 114, págs. 3626–3635.
28. Mishra, S., & Verma, J. 4, 2006, *Journal of applied polymer science*, Vol. 101, págs. 2530-2537.
29. Risch, S. J. 18, 2009, *J. Agr. Food Chem.*, Vol. 57, págs. 8089-8092.
30. Walters, R. N., & Lyon, R. E. 3, 2003, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 87, págs. 548-563.
31. J. E. Mark. s.l. : 2 ed., Springer Science + Bussine, 2007, *Physical Properties of Polymer Handbood*, págs. 889 - 924.
32. Gonzalez O. 2009, *Ingeniería de Protección contra el Fuego*.
33. Mouritz, A.P. and Gibson, A.G., 2007, *Flame retardant composites*, in *Fire Properties of Polymer Composite Materials*, págs. 237-286.

34. F. Laoutid, L. Bonnaud, M. Alexandre, J. Lopez-Cuesta y P. Dubois,. 63, 2009, *Materials Science and Engineering*, págs. 100-125.
35. J. Troitzsch. 2004, *Plastics Flammability Handbook Principles, Regulations, Testing, and Approval*, 3 ed., Hanser Gardner Publications Inc., págs. 33-170.
36. S. ScharTEL y T. Hull. 2007, *Fire and Materials*, Vol. 31, págs. 327-354.
37. M. Pearce y R. Liepins. 1975, *Environmental Heat Perspectives*, Vol. 11, págs. 59-69.
38. J. Murphy, Ed.,. 2001, *Additives for Plastics Handbook*, 2 ed., Elsevier Science Ltd., págs. 115-140.
39. Labuschagné, F.J.W.J.,. 2003, *Disertación de tesis doctoral, "Metal Catalysed Intumescence of Polyhydroxyl Compounds"* University of Pretoria, Pretoria,.
40. Laoutid, F., Bonnaud, L., Alexandre, M., Lopez-Cuesta, J. M., & Dubois, P. 3, *Materials Science and Engineering*, Vol. 63, págs. 100-125.
41. Pettigrew, A. 1993, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th ed. New York, NY: John Wiley and Sons, .
42. Gächter R., Muller H.,. 1997, *Plastic Additives Handbook*, 3rd Edition,, págs. 709-712.
43. A. Möller, Z. Xie, R. Sturm y R. Ebinghaus,. 2011, *Environmental Pollution*, Vol. 159, págs. 1577-1583.
44. C. A. de Wit, D. Herzke y K. Vorkamp,. 2010, *Science of the Total Environment*, Vol. 408, págs. 2885–2918.
45. C. Munschy, K. Héas-Moisan, C. Tixier, L. Boulesteix y J. Morin,. 2011, *Science of the Total Environment*, Vol. 409, págs. 4618–4627.
46. D. Constantine, Papaspyrides y P. Kiliaris,. 2014, *Polymer Green Flame Retardants*, Atenas: Elsevier B.V., págs. 181-220.
47. Buenzas N. 2010, *Guía plástico y fuego*.
48. Dasari, A., Yu, Z. Z., Cai, G. P., & Mai, Y. W. 9, 2013, *Progress in Polymer Science*, Vol. 38, págs. 1357-1387.
49. Wang C.Q., Ge F.-Y., et al.,. 2013, *Journal of Applied Polymer Science* , Vol. 130, págs. 916-926.
50. Alongi, J., Cuttica, F., & Carosio, F. 6, 2016, *Sustainable Chemistry & Engineering*, Vol. 4, págs. 3544-3551.
51. Zabihi, O., Ahmadi, M., Khayyam, H., & Naebe, M. 2016, *Scientific reports*, Vol. 6, pág. 38194.
52. Sánchez-Olivares, G., Medina-Torres, L., Calderas, F., Sánchez-Solis, A., Moreno-Morales, R. L., Ramírez-González, V., & Manero, O. 4, 2017, *Ingeniería, investigación y tecnología*, Vol. 18, págs. 369-378.
53. Davies, P. J., Horrocks, A. R., & Miraftab, M. 10, 2000, *Polymer international*, Vol. 49, págs. 1125-1132.
54. Ou, Y. X., & Li, J. J. 2006, *Flame Retardants: Properties, Preparation and Application*.

55. Eduardo Ramirez-V, Saul Sanchez-V, et al. 2, 2012, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 123, págs. 1125-1136.
56. Gunter Beyer. 2001, Fire and materials, Vol. 25, págs. 193-197.
57. Laachachi A., Ferriol M., Cochez M., Cuesta J. M. L., Ruch, D., 9, 2009, Polymer Degradation and Stability, Vol. 94, págs. 1373-1378.
58. Razak, J. A., Akil H. Md., Ong H. Journal of Thermoplastic Composite Materials., Vol. 20, págs. 195-205.
59. Jordan J. W. 1949, Journal of Physical Chemistry, Vol. 59, págs. 294-296.
60. Mosnacek J, Basfar AA, Shukri TM, . 5, 2008, Polymer Journal, Vol. 40, págs. 460-464.
61. Sánchez-Valdes S, Ramírez-Vargas E., et al. 2012, Composites B, Vol. 43, pág. 497.
62. Lujan-Acosta R. 2013, Tesis doctoral, CIQA, Saltillo, Coah, México.
63. Chiellini, E., Corti, A., D'antone, S., & Baciú, R. 11, 2006, Polymer Degradation and Stability, Vol. 91, págs. 2739-2747.
64. Hernández, E. H., Gámez, J. F. H., Cepeda, L. F., Muñoz, E. J. C., Corral, F. S., Rosales, S. G. S., ... & Martínez, D. I. S. 21, 2017, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 134.
65. Du, J., Zhao, L., Zeng, Y., Zhang, L., Li, F., Liu, P., & Liu, C. 4, 2011, Carbon, Vol. 49, págs. 1094-1100.
66. Laboratories, Underwriters' Laboratories. (1990). Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances. Underwriters. [En línea]
67. ASTM, D. (2005). 2863. Oxygen index flammability test.
68. Ramirez, F. Itzel. 2012, Tesis doctoral, CIQA, Saltillo, Coah, México.
69. Morgan, A. B., & Bundy, M. 4, 2007, Fire and Materials: An International Journal, Vol. 31, págs. 257-283.
70. Dittrich, B., Wartig, K. A., Mülhaupt, R., & Schartel, B. 11, 2014, Polymers, Vol. 6, págs. 2875-2895.
71. Brebu, M., & Spiridon, I. 2, 2011, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Vol. 91, págs. 288-295.
72. Realinho, M. Antunes, D. Arencón, A. Gordillo, A. B. Martínez, J.I.Velasco. 2007, Anales de la Mecánica de Fractura.

CAPÍTULO 14

EMPRENDIENDO

Data de aceite: 01/05/2022

Javier Darío Canabal Guzmán

Universidad del Sinú, Elías Bechara Zainúm
Docente investigador senior Minciencias,
Administrador público, administrador
de empresas Especialista en finanzas y
especialista en planeamiento educativo
Montería, Colombia

RESUMEN: El Departamento de Córdoba concentra el mayor número de microempresas en el comercio con una participación del 58,9 por ciento, seguido de los sectores de servicios, con 22,2 por ciento; y el industrial, con un 11,8 por ciento, con preferencia a la explotación bovina y agrícola, y si bien podría ser pionero en el País en manufactura de pieles, harinas, lácteos, y demás productos, no existe en el Departamento una cultura emprendedora que apalanque nuevas ideas de negocios y transforme toda esa materia prima en productos terminados. Es notable, la evolución en Córdoba de sectores como el de hotelería, el ecoturismo, el comercio, la educación universitaria, la gastronomía y el transporte; pero atendiendo los resultados de proyectos presentados y aprobados en el fondo emprender, desde su creación en 2002; el programa ha logrado la financiación de solo 131 iniciativas empresariales en el departamento de Córdoba. Ante esta situación se planteó el presente proyecto de investigación que busca identificar las razones de este preocupante rezago y los avances indican que el ciudadano nacido en Córdoba se encuentra viviendo en un

estado de confort y relajado frente a las pocas empresas existentes. Por lo anterior y luego de analizar los diversos factores sociales y culturales que inciden en el emprendimiento en el Departamento y luego de escuchar en mesas de trabajo los aportes de importantes actores de sectores económicos, políticos, sociales, se llegó a la conclusión de que el factor a partir del cual se debe buscar una transformación es “educación con énfasis en emprendimiento”. Por lo tanto, es esta la base central de la propuesta diseñada, la cual se acompaña de estrategias transversales necesarias para alcanzar el fin planteado. En este sentido, se plantean tres estrategias: Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora, Promoción de un ecosistema articulado de entidades que trabajen en pro del emprendimiento y Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos.

PALABRAS CLAVES: Espíritu emprendedor, emprendimiento, cultura y desarrollo.

ABSTRACT: The Department of Córdoba concentrates the largest number of microenterprises in commerce with a participation of 58.9 percent, followed by the service sectors, with 22.2 percent; and the industrial sector, with 11.8 percent, with preference for bovine and agricultural exploitation, and although it could be a pioneer in the country in the manufacture of leather, flour, dairy products, and other products, the Department does not have a entrepreneurial culture that leverages new business ideas and transforms all that raw material into finished products. It is remarkable, the evolution in Córdoba of sectors such as hotels, ecotourism, commerce, university

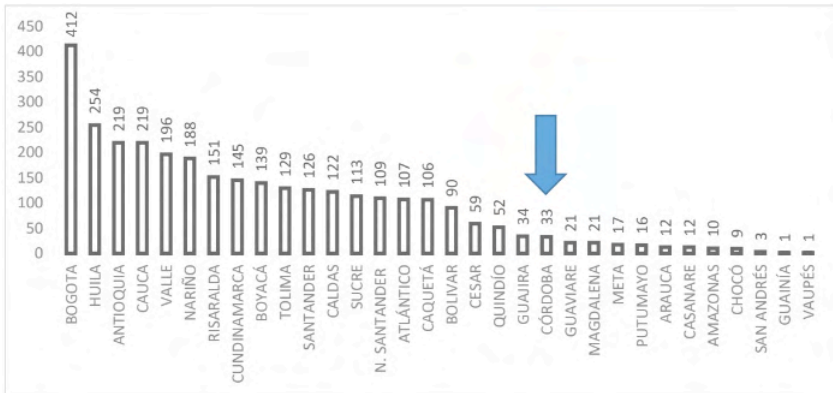
education, gastronomy, and transportation; but considering the results of projects presented and approved in the undertake fund, since its creation in 2002; The program has managed to finance only 131 business initiatives in the department of Córdoba. Given this situation, the present research project was proposed that seeks to identify the reasons for this worrying lag and the advances indicate that the citizen born in Córdoba is living in a state of comfort and relaxation compared to the few existing companies. Due to the foregoing and after analyzing the various social and cultural factors that affect entrepreneurship in the Department and after listening to the contributions of important actors from economic, political, and social sectors at workshops, it was concluded that the factor from which a transformation should be sought is “education with an emphasis on entrepreneurship”. Therefore, this is the central basis of the designed proposal, which is accompanied by transversal strategies necessary to achieve the stated goal. In this sense, three strategies are proposed: Training aimed at the development of an entrepreneurial culture, Promotion of an articulated ecosystem of entities that work for entrepreneurship and strengthening and creation of new mixed entrepreneurship funds.

KEYWORDS: Entrepreneurial spirit, entrepreneurship, culture and development

1 | INTRODUCCIÓN

En el Departamento Córdoba – Colombia el 98,3% de las empresas se clasifican en la categoría micro y solo el 1,7% corresponde a pequeñas, medianas y grandes sociedades. Las empresas son de un solo dueño, o pequeñas sociedades familiares con poca o ninguna proyección de expansión al mercado nacional y menos al internacional. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE, Córdoba participa con el 1,7% del PIB nacional y aporta el 11,5% de la producción nacional de vacunos, con un hato de aproximadamente 2,5 millones de cabezas de ganado, lo que la convierte en una de las principales regiones en materia pecuaria. (Manufacturera, 2002)

Frente a estos datos el fondo registró información que muestra el posicionamiento de los diferentes Departamentos del País en lo referente a diseño y ejecución de proyectos en el fondo emprender. El escalafón de la gráfica 1 muestra que el Departamento de Córdoba ocupa el puesto 21 de 32 Departamentos estudiados. (Emprender, 2016)



Gráfica 1: Proyectos presentados al fondo emprender por Departamento.

Fuente: Fondo emprender Sena - Montería.

Es importante referenciar otras Instituciones Gubernamentales y no Gubernamentales que de igual manera han promovido el emprendimiento como un componente importante del desarrollo Local, Regional y Nacional:

- o Alcaldía de Montería y su programa **emprendimiento para todos** además de convenios tanto con Bancoldex (Institución que apoya a los microempresarios) como con el DPS (Departamento para la prosperidad social), con el objetivo de implementar una política de emprendimiento que permita brindar un capital semilla, ofrecer capacitación y emprender oportunidades de negocio para los Monterianos.

- o La Cámara de Comercio de Montería, entidad que apoya la **cultura empresarial de la región**, gestiona todos los tópicos que benefician al sector empresarial del Departamento, promoviendo su crecimiento económico y competitivo. (Guzmán, 2017)

- o El programa para la prosperidad social **“Mi Negocio”** promueve y fortalece emprendimientos como plataforma para que la población vulnerable de los municipios urbanos pueda acceder a mejores oportunidades de generación de ingresos como medio para superar su situación de pobreza.

- o **Banca de las oportunidades** (programa del Gobierno Nacional, administrado por Bancoldex para promover la inclusión financiera en Colombia): Programa piloto para los Municipios de Chinú, Sahagún, Montería, Planeta Rica, Lorica, Cereté, Tierra alta, Montelíbano, Cotorra y San Pelayo que apoya iniciativas de emprendimiento para pequeños negocios, a través de una asistencia técnica desde el desarrollo de la idea. Con el apoyo de asesores se brinda formación en el oficio y/o en temas empresariales, garantizando el acceso al crédito y desembolso para iniciar las unidades productivas y que le otorgue acompañamiento técnico hasta seis (6) meses después de iniciado cada negocio. (de las Oportunidades, 2015)

- o **Montería te Impulsa:** Este programa busca a través del emprendimiento y la innovación la puesta en marcha de microempresas y negocios productivos, que

vuelvan a las personas auto sostenible económicamente.

Todas estas acciones no han sido suficientes para despertar el espíritu emprendedor de los ciudadanos, dando a entender que, más que programas de apoyo con capital semilla, se requiere una estrategia pedagógica motivacional hacia una cultura emprendedora que generen más empleos directos e indirectos y que se aprovechen las ventajas competitivas y comparativas que posee esta zona geográfica. Atendiendo los resultados de proyectos presentados y aprobados en el fondo emprender, desde su creación en 2005; el programa ha financiado solo 131 iniciativas empresariales en el departamento de Córdoba, de 28.471 en el País. (Emprender, 2020).

En este sentido, (Lundström & Stevenson, 2002) expresan que la empresariedad se ve favorecida en aquellos ámbitos donde existe adecuado apoyo para emprendedores y para quienes desean hacer crecer sus empresas. El interés en el estudio de las políticas e instituciones que fomentan la empresariedad ha crecido de manera significativa en los últimos años a medida que también va aumentando el número de países que instrumentan iniciativas para estimular la creación de empresas.

2 I ESPÍRITU EMPRENDEDOR, EMPRENDIMIENTO, CULTURA Y DESARROLLO

2.1 Espíritu emprendedor

Ante todo, es importante mencionar que (Unesco, 1998) en conferencia Mundial desarrollada en París del 5 al 9 de octubre referente al tema de la Educación Superior, (Bologna, 1999) Espacio Europeo de Educación Superior, la realización (Europea, 2003) del Tuning Educational structures in Europe y (Latina, 2007) han sido proactivos en la búsqueda por establecer lineamientos para una educación superior integral en el siglo XXI, determinándose que una forma para facilitar la planificación y el mejoramiento de las estrategias para promover y formar el espíritu emprendedor es divulgar las distintas iniciativas desarrolladas en las instituciones educativas y las universidades.

Red Emprendia, red universitaria iberoamericana centrada en el emprendimiento surgido de las universidades, con sus trabajos: “Emprender con éxito desde las universidades: algunos instrumentos y buenas prácticas” y “Manual de Buenas Prácticas en emprendimiento universitario”, ambas publicadas en 2010, y “100 buenas prácticas de emprendimiento universitario”(Netbiblo, 2012); aporta diversas estrategias desarrolladas e implementadas en universidades comprometidas con el emprendimiento, que muestran el acierto de las mismas en Iberoamérica. La red universitaria que promueve la innovación y el emprendimiento responsables, lo hace desde el compromiso con el crecimiento económico, el respeto al medioambiente y la mejora de la calidad de vida y en línea con las universidades más relevantes del espacio iberoamericano.(Moya Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Díaz-Pérez, 2012).

En este sentido, el espíritu emprendedor que contiene un componente de formación académica importante es la capacidad que posee una persona de percibir oportunidades que otras personas no ven o no les interesa, aspecto que las hace proactivas y tenaces en todas sus acciones. (Gonzalez, 2019)

2.2 Emprendimiento

La ley 2060 de 2020 impulsa el emprendimiento en Colombia impulsando la transformación de su ecosistema emprendedor a través de regulaciones pensadas para favorecer el nacimiento, crecimiento y consolidación de mipymes, y así, incentivar el desarrollo productivo, económico y social. En tal sentido, para (Gerencia proactiva, 2016) el emprendimiento es tomado como aquella competencia que permite a las personas estar dispuestas a iniciar un proyecto en cualquier área del saber o de las ocupaciones asumiendo los riesgos propios de esa decisión racional que en algunos casos es realizada en condiciones altas de incertidumbre, mientras que para (Pasión por emprender, De la idea a la cruda realidad, 2006) el emprendimiento reconoce todas las actividades relacionadas con detectar oportunidades y crear organizaciones para concretarlas. En este sentido, el emprendimiento es una forma de pensar proactivamente, centrada en las oportunidades, planeada con una visión desarrollista y llevada a cabo mediante un liderazgo equilibrado y un riesgo calculado, beneficiando la empresa, la economía y la sociedad.

Para algunas personas el emprendimiento es considerado un concepto nuevo; sin embargo, esta característica como tal siempre ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad. El emprendimiento es una capacidad de los seres humanos para salir adelante de manera novedosa y con ideas renovadas. Ser emprendedor requiere de habilidades no sólo a nivel individual, sino también colectivo. Una de las razones por las cuales este término se ha vuelto importante en la última década es el resurgimiento de la manera como se han manejado las situaciones económicas y cómo éstas han sido superadas con nuevas ideas. La palabra emprendimiento viene del francés “entrepreneur”, que significa pionero; se refiere a la capacidad de una persona de realizar un esfuerzo adicional para alcanzar una meta; es también utilizada para la persona que inicia una nueva empresa o proyecto. Así mismo, este término se atribuyó a aquellas personas que fueron innovadoras o agregaban valor a un producto ya existente. (Jaramillo, 2008)

El éxito del emprendedor en su propósito de crear y consolidar su empresa requiere tanto de la valoración positiva que él posea de sus capacidades como de la existencia real y puesta en acción de las mismas. Un concepto muy amplio de capacidades lo ofrece Nussbaum (2011), quien afirma que estas no son solo habilidades que residen en el interior de una persona, sino también las libertades o las oportunidades creadas por la combinación de las capacidades personales y el entorno político, social y económico. (Marulanda Valencia, Montoya Restrepo, & Vélez Restrepo, 2014)

2.3 Cultura

Diversas son las definiciones que se presentan en torno a la cultura. (Hayton, George, & Zahra, 2002), la define como el conjunto de valores, creencias, y comportamientos esperados que comparten los miembros de una sociedad y que se transmiten de una generación a la siguiente. Para (Keesing, 1993) las culturas son sistemas que sirven para relacionar a las comunidades humanas con sus entornos ecológicos; (Wright, 2004), la cultura no es sólo un dominio específico de la vida sino que es constructora, constitutiva y creadora de todos los aspectos de ésta, incluyendo la economía y el desarrollo. En esta misma línea, (González Domínguez, 2004), relaciona el término cultura con el crecimiento económico. Habla indistintamente de cultura empresarial y de cultura emprendedora para hacer referencia a la necesidad expresada por diferentes agentes políticos, económicos y sociales de fomentar la creación de empresas y el mantenimiento de las mismas.

Por otra parte, hay determinadas comunidades que son más emprendedoras que otras; esto plantea que existe una causa social que explica el espíritu emprendedor, es decir, que existen grupos de personas donde se ha desarrollado más dicho espíritu. (del Arco & Blömer, 2012)

En este sentido propender por un cambio cultural responde a iniciar un proceso de adaptación que habría que incorporar, a la ya asumida selección natural, criterios compartidos que condicionan sus costumbres y estilo de vida y que se relacionan entre sí en el marco de una comunidad.

2.4 Desarrollo

La ley en referencia asigna a la educación un rol de vital importancia, lográndose, según lo expresa el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y la Asociación Colombiana de Universidades (2014), que “el emprendimiento se ha posicionado al interior de las universidades por considerar que la formación profesional no es suficiente para desempeñarse con éxito; se hace necesario formar capacidades y ofrecer alternativas de vida para los futuros profesionales”. La limitación en el proceso de enseñanza - aprendizaje de estas capacidades es evidente, al carecer de directrices claras acerca de aspectos administrativos, didácticos y curriculares sobre cómo desarrollar la iniciativa y el espíritu emprendedor en los estudiantes universitarios; no obstante, el esfuerzo económico y compromiso de las universidades, conduce de manera ineficiente en el logro del fomento de la cultura del emprendimiento. En los últimos años, se ha hecho evidente que las instituciones de educación superior (IES) han incorporado el tema del emprendimiento a sus procesos de formación, extensión e investigación, con diferentes énfasis, estrategias y acciones, debido a la importancia que se le ha dado en función del desarrollo económico y social. (Rangel, Rubiano, & Riaga, 2015).

Es así como el concepto de desarrollo es humano, porque además del progreso

material busca el progreso espiritual de los individuos particulares y de toda la comunidad. Es territorial, porque crece en un espacio que opera como unidad. También es multidimensional porque abarca diferentes esferas de la comunidad y es integrado, porque articula diferentes políticas y programas verticales y sectoriales.

Para (*Jornada de Extensión del INTA, 2003*) el desarrollo local es sistémico, porque supone la cooperación de actores y la conciliación de intereses de diferentes ámbitos, es sustentable porque se prolonga en el tiempo, es institucionalizado, participativo, planificado y es innovador, especialmente porque innova en el modelo de gestión.

3 | CONTEXTO TEÓRICO

Colombia cuenta con una Red Nacional de Emprendimiento que avanza en fortalecer la industria de apoyo al emprendimiento, conformada por centros educativos y empresas, así como en ampliar y divulgar los vehículos de financiación a los emprendedores (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2016). El Ministerio de Comercio Industria y Turismo es la entidad que encabeza esta red que tiene como objetivos:

- o Establecer políticas y directrices orientadas al fomento de la cultura para el emprendimiento.
- o Formular un plan estratégico nacional para el desarrollo integral de la cultura para el emprendimiento.
- o Ser articuladora de organizaciones que apoyan acciones de emprendimientos innovadores y generadores de empleo en el país.
- o Desarrollar acciones conjuntas entre diversas organizaciones que permitan aprovechar sinergias y potenciar esfuerzos para impulsar emprendimientos empresariales.

Adicionalmente en el país se crearon unas Redes Regionales de Emprendimiento, que son conformadas por 481 instituciones de apoyo al emprendimiento, entre las que se cuentan gobernaciones, alcaldías, y centros educativos.(RODRÍGUEZ LOZANO & TARAZONA MORALES, 2015)

En la Semana Mundial del Emprendimiento se realizaron eventos de divulgación de los mecanismos de fomento a la creación y fortalecimiento de empresas, en capitales como Florencia, Manizales, Cali, Bogotá, Armenia, Manizales y Pereira, y además se celebraron 70 eventos más pequeños, en ciudades colombianas, con apoyo de las autoridades regionales y las Cámaras de Comercio. Está demostrado que los países que tienen los niveles más altos de producto per cápita tienen también los mayores índices de emprendimiento innovador en su territorio(GEM, 2015). Pero a diferencia de toda esta importante información Córdoba se ubica en el puesto 21 de 32 Departamentos. En este sentido, Córdoba es uno de los doce Departamentos que no entra en la onda del emprendimiento en Colombia.

También es importante resaltar que, como resultado de la política de fomento al emprendimiento y la estrategia por un país más moderno, gracias al apoyo de recursos originados en el Fondo Emprender, han sido creadas 7.070 empresas, las cuales han generado más de 27 mil empleos formales.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se fundamenta en las nuevas estrategias corporativas y el arte de crear empresas para cultivar y generar el deseo y la inquietud de poder realizar proyectos de los cuales las entidades comprometidas brinden los recursos a cualquier persona que desee y quiera contribuir a la economía y a su sociedad, y que aquél que quiera generar empleo está contribuyendo al crecimiento económico y la disminución del desempleo.

El espíritu empresarial es la aspiración más sincera de alcanzar los logros humanos, es el conjunto de motivadores que poseen los empresarios y que se manifiestan en el deseo de enfrentar retos y obtener triunfos. Ser emprendedor es una forma de pensar y de actuar. Es un estilo de vida. Sólo se es emprendedor, siendo emprendedor. A nivel de los individuos, los factores críticos en el comportamiento emprendedor se relacionan con las siguientes variables(Acs & Wennekers, 2007):

o **El nivel de educación:** la posibilidad de que los individuos participen en iniciativas de emprendimiento innovador está ligada al logro de niveles elevados de educación.

o **El desarrollo de habilidades:** la educación formal debe estar complementada por el logro de habilidades para el emprendimiento. Estas habilidades, definidas como la capacidad para hacer, están relacionadas con los niveles de educación, pero se adquieren fundamentalmente a partir de la experiencia.

o **La capacidad para la identificación de oportunidades:** esta es la capacidad para articular un orden a partir del caos del entorno, descubrir necesidades insatisfechas en los consumidores y crear soluciones para esas necesidades(Wennekers, 2006).

o **La preferencia individual por el riesgo:** los emprendedores se caracterizan por tener alta disposición individual a la toma de riesgos, pues están dispuestos a aceptarlo en situaciones donde consideran que pueden obtener amplias ganancias.

o **Recursos psicológicos (psychological endowments):** las características psicológicas de los individuos determinan la capacidad individual para el emprendimiento. Ellas incluyen la creatividad, la perseverancia, el control interno, la iniciativa, la autonomía, la motivación por el logro, la disposición a abrirse a experiencias diversas y la capacidad de incorporar las lecciones de la experiencia en las decisiones, entre otras.

“Hay que tener en cuenta, (Guridi, 2003), que el concepto emprender evoca tenacidad y compromiso con lo que nos rodea pero que, sobre todo, significa la asunción de un aprendizaje personal constante a lo largo de la vida. En este sentido, todas las personas podemos ser emprendedoras, pero, para ello, debemos desarrollar los valores, las actitudes y las competencias adecuadas. Estos valores pueden y deben contribuir a un

mejor desarrollo personal y profesional de las personas, de las organizaciones y de una sociedad más sostenible y cohesionada. Todo ello precisa la necesidad de desarrollar un trabajo que debe hacerse en el ámbito personal, profesional y social, y, en este caso, el ámbito educativo es uno de los agentes esenciales.”

(Tolle, 2003) Referencia en el poder del ahora: “si Usted emprende algún tipo de acción – cambiar su situación o salir de ella -, suelte la negatividad primero, si es posible. La acción que surge de la comprensión de lo que se requiere es más efectiva que la que surge de la negatividad”.

En este sentido, ¿Qué tienen en común los emprendedores de éxito?

“Empuje”. O lo que es lo mismo, capacidad de acción, de llevar a la práctica una buena idea y tener decisión para hacer realidad su sueño. Arriesgarse a hacer realidad su proyecto. Dar el primer paso tras el cual seguirán cientos de ellos. La experiencia señala que todos y cada uno de los empresarios hoy exitosos, tuvieron en común la capacidad de actuar y empezar a ser real ese sueño de hacer empresa. (Freire, 2005).

Todas las profesiones están en capacidad de formar empresa, depende de la creatividad de los profesionales. Nosotros somos capaces de forjar nuestro futuro, con nuestras manos, con nuestras mentes. No nos condenen a ser esclavos del sistema, cuando podemos ser los amos de nuestro destino (Candela Casas, 2008).

Pero ante esta situación ¿Quiénes son los Cordobeses y Monterianos?

Según (Negrete Barrera, 2003) los Cordobeses presentan las siguientes características generales comunes: Sumisos, perezosos, conformistas, humildes, fáciles de engañar, callados, melancólicos, apegados a lo propio y conocido, sin afán ni interés por conocer nuevas tierras y gentes, nobles, ingenuos, resignados por lo poco que tienen, rutinarios en el trabajo, sinceros, solidarios, poco persistentes, dejaos, informales, indisciplinados, acomodados con rapidez a las circunstancias por adversas que sean, desprevenidos, están a la espera de algo que les llegará pero sin saber qué y cuándo.

Es así que Gustavo Escobar y Juan Diego Isaza (Escobar & Isaza, 1998) consideran que: “son muchas las personas que tienen una idea de negocio. Se han escuchado historias de personas a las que se les ocurre una idea, pero por diversas razones se la pasan postergándola hasta que llega el día que esa misma idea se ilumina en la mente de otra persona que la lleva a ejecución”.

4 | MATERIALES Y MÉTODOS

Método

Se utilizó el método empírico – analítico dado que posibilita revelar o hallar las relaciones esenciales y las características fundamentales del objeto de estudio, mediante las sensaciones que los encuestados pueden percibir mediante sus sentidos. Su utilidad es esencial dado que destaca situaciones o percepciones en campos inexplorados o en

aquellos en los que destaca el estudio descriptivo(Canabal, 2015).

Tipo de investigación

La investigación es descriptiva y cualitativa ya que consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores. (Ander-Egg, 1980)

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica de campo. Esta técnica se realiza mediante la revisión bibliográfica y la observación en contacto directo con el objeto de estudio y la captura de evidencias o revelaciones que permitieron confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad absoluta. La investigación cuenta con cinco fases, las cuales se presentan a continuación:

Fase 1- Iniciación: esta etapa corresponde al reconocimiento previo que debe realizar el investigador, las Instituciones educativas del sector público y privado, los comerciantes, industriales y la Ciudadanía en general involucradas en el proyecto.

Fase 2 – Diagnóstico: esta fase permitió descubrir la situación actual (Hallazgos).

o **Registros:** archivos bibliográficos de lectura, tales como publicaciones de periódicos y revistas, libros, información en internet, etc.

o **Observación:** esta técnica permitió obtener información en tiempo real de la situación planteada.

Fase 3 – Análisis: esta fase comprende la interpretación de la situación encontrada y análisis de resultados.

Fase 4 – Socialización del proyecto: El proyecto se socializó en dos eventos, primero ante fuerzas vivas del Municipio de Montería en la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm, y segundo en el auditorio de la Cámara de Comercio de Montería ante los quince representantes de las entidades que conforman la Red de emprendimiento del departamento de Córdoba.

Fase 5 – Discusión del proyecto: seguidamente se conformaron dos grupos de discusión en sendos eventos confrontando propuestas hasta lograr diseñar estrategias de solución.

Fase 6 – Propuesta innovadora: agotada la fase de socialización y discusión, se desarrolló una propuesta innovadora como estrategia de solución al problema encontrado.

5 | FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes primarias

Las fuentes primarias de la investigación son los libros, revistas científicas y de entretenimiento, diarios, documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas, patentes, normas técnicas.

Fuentes Secundarias

Son fuentes documentales secundaria las enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones.

Fuentes terciarias

El uso de redes permitió, compartir información, recursos e incluso utilizarla como correo instantáneo. Existen, por lo tanto, fuentes de información con ciertas características distintivas, que las hacen aptas para integrar una colección de referencia; colección que sirve como puente tanto para los fondos de la biblioteca como para un conjunto de informaciones dadas. (de Tiratell, 2000)

6 I SOCIALIZACIÓN Y DISCUSIÓN

Dándole curso al proceso investigativo, se procedió entonces a socializar el proyecto ante fuerzas activas del Municipio de Montería, conformando dos grupos de discusión. En el primero se contó con la asistencia de once personas en representación de diferentes sectores de la ciudad, la actividad se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad del Sinú, y tuvo una duración de dos horas. El segundo grupo de discusión estuvo compuesto por quince representantes de las entidades que conforman la Red de emprendimiento del departamento de Córdoba. Esta actividad se llevó a cabo en la Cámara de Comercio de Montería en el marco de la primera reunión anual de la Red de Emprendimiento y tuvo una duración de dos horas. Para los dos casos el moderador fue el profesor investigador de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables de la Universidad del Sinú, post doctor Javier Darío Canabal Guzmán, dado que es el autor de la investigación **“Análisis del espíritu emprendedor del ciudadano monteriano en la formulación de proyectos de inversión para la creación de nuevas empresas”**.

6.1 Grupo de discusión 1

Por el sector público

Luis Miguel Julio Simancas, Líder del Fondo Emprender regional Córdoba

Jorge Fernando Gómez Córdoba, Coordinador oficina de emprendimiento de la Alcaldía de Montería

María Lucía Franco, Coordinadora de Calidad Educativa de la secretaria de Educación Municipal

Zamina Negrete, funcionaria de la secretaria de Educación del Municipio de Montería

Por la academia

Víctor Negrete Barrera, Docente de la Universidad del Sinú, escritor e historiador
José Fernando Acosta, jefe del área de emprendimiento y docente de la Universidad del Sinú

Sandra Berrio Palomo, Psicóloga y docente de la Universidad del Sinú

Por el sector financiero

Hugo Alejandro Herrera, Gerente Bancolombia

Por el sector productivo

Juan Flórez Hernández, Gerente y fundador de la agencia de viajes Paquetours

Carlos Márquez Ángel, Gerente y fundador de Multiseguros de Colombia

Shirley Chaddid Benitorevollo, Representante de RCH

6.2 Grupo de discusión 2

Para el desarrollo del segundo grupo de discusión participaron los miembros de la Red Regional de Emprendimiento de Córdoba.

Red Regional de Emprendimiento de Córdoba

Ernesto Vergara, secretario de Competitividad de la Gobernación de Córdoba

Daniela Soto Martínez, funcionaria de la Gobernación de Córdoba

Dalila Sarmiento, funcionaria de la Gobernación de Córdoba

Luis Miguel Julio Simanca, Representante del SENA ante la Red de emprendimiento

José Restrepo, Representante del SENA

Samira Sakr Chagui, funcionaria de la Alcaldía de Montería

Carlos Peña López, Representante de la Universidad Remington

Oscar Tuiran Polo, Representante Universidad Remington

Jones Rafael Llanos, Representante de la Universidad Cooperativa de Colombia

Patricia Cassab, Representante de la Universidad Pontificia Bolivariana

Hernando Puentes, Representante de la Universidad CECAR

Ramón Gafaro, Representante de la Universidad de Córdoba

Tobías Alfonso Parodi, Representante de la Corporación Unificada Nacional CUN

Angélica Cogollo Bula, Representante de la institución Tecnológico San Agustín

Diana Martelo, Representante de la Fundación Tecnológica Antonio De Arévalo (TECNAR)

7 | DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA

Luego de analizar los diversos factores sociales y culturales que inciden en el emprendimiento Departamental y escuchar en mesas de trabajo los aportes de importantes actores de sectores económicos, políticos, sociales, se llegó a la conclusión que la educación hacia el emprendimiento es el camino correcto. Por lo tanto, es esta la base central de la

propuesta diseñada, la cual se acompaña de estrategias transversales necesarias para alcanzar el fin planteado. En ese orden de ideas, se plantean tres estrategias:

- o Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora en el contexto del Municipio,
- o Promoción de un ecosistema articulado de entidades que trabajen en pro del emprendimiento del municipio y
- o Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos.

Para el desarrollo de las estrategias se definieron niveles específicos de acción que requieren un trabajo oportuno por parte de los actores responsables, con el fin de generar un cambio en la educación que se imparte en emprendimiento, así como el uso de tablas dinámicas y sistemas fuzzy. (Hernández-Julio et al., 2019)

7.1 Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora en el contexto del Municipio

El primer nivel para esta estrategia es la formación de docentes, donde se propone adelantar jornadas de capacitación a profesores encargados de la cátedra de emprendimiento, en los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollar de la forma correcta las competencias básicas y transversales en los estudiantes. Se sugiere especial atención a la comprensión de conceptos fundamentales como la identificación del perfil del docente como multiplicador de la promoción del emprendimiento, la explicación sobre la andragogía, referida a la forma como aprenden los adultos, y la presentación del tipo de metodologías que pueden utilizarse para promover el emprendimiento en el ámbito educativo. Se sugiere a profesores de las instituciones educativas tanto públicas como privadas, en el nivel preescolar, los dos ciclos de la educación básica y la educación media. Los entes que deben velar por el cumplimiento y la ejecución de esta propuesta son los rectores de instituciones educativas y la Secretaría de educación Municipal.

El segundo nivel de acción propuesto es la formación a padres y tutores la cual consiste en incentivar en los padres y tutores responsables aptitudes y actitudes de promoción del emprendimiento en los menores. Se plantea esta propuesta debido a que la formación parte del hogar, y por más que las instituciones educativas faciliten y creen los espacios de formación para el emprendimiento; el trabajo desde las familias es indispensable. La cultura se transmite por generaciones y en la actualidad todavía existe el paradigma de que la prioridad es formarse para el empleo. Con esta propuesta, se espera cambiar este paradigma y que los padres, en cooperación con las instituciones de educación, sean los encargados de transmitirles a sus hijos el interés por emprender.

Para ello las instituciones educativas fortalecerán los conceptos fundamentales como la explicación sobre la andragogía, referida a la forma como aprenden los adultos, refiriéndose a los padres y tutores responsables de los menores, con el fin de que desde los hogares también se promueva la cultura y el espíritu emprendedor. Los responsables

de la puesta en marcha de esta iniciativa son las instituciones educativas tanto públicas como privadas, con el apoyo del Sena y con la supervisión de las Secretarías de educación Municipal. Luego de formar a los formadores éstos serán capaces de formar a sus hijos y que con ello el entorno de aprendizaje será más ágil y adecuado.

Complementariamente, se propone diseñar un currículo único en emprendimiento para las instituciones educativas del Municipio, donde se incentiven la creatividad y se enseñe a afrontar en los menores el miedo al fracaso, teniendo en cuenta para el desarrollo de este currículo la realidad social y cultural a la que se enfrentan los niños en el Departamento. La responsabilidad de esta propuesta quedaría en manos de las instituciones educativas tanto públicas como privadas y las Secretarías de educación.

Asimismo, cuando se llega al nivel de educación básica secundaria y media es necesario que los niños y jóvenes sean formados en las instituciones educativas en conceptos básicos de finanzas y habilidades empresariales. Creando de esta manera actitudes de liderazgo e interés por el emprendimiento.

Es fundamental que esta formación esté enfocada en los estilos de aprendizaje y las habilidades particulares de los estudiantes, ejerciendo una formación integral que les permita emprender no solo desde el ámbito empresarial, sino también en aspectos políticos, sociales, deportivos o artísticos.

Se propone también la puesta en marcha de semilleros de emprendimiento en estos niveles de formación, donde se impulse al estudiante a crear ideas de negocio que tengan un verdadero impacto en la región. Asimismo, que estas ideas de negocio cuenten con el acompañamiento por parte de instituciones de educación superior y Cámara de Comercio de Montería.

De la misma forma, se propone la formación integral para universitarios, técnicos y tecnólogos a través de cátedras de emprendimiento en todos los programas formativos, sin excepción alguna, donde se enseñe la elaboración de planes de negocio y alternativas de emprendimiento según el tipo de disciplina. De esta manera, será posible la participación de más profesionales en convocatorias de emprendimiento que decidan desarrollar ideas de negocio enfocadas a sus competencias.

Finalmente, que los nuevos licenciados egresen con una formación pedagógica en competencias para la formación en emprendimiento, creando así una cadena de formación que permita transformar la cultura y cambiar los paradigmas que hay en la población. El desarrollo de esta acción estaría en manos de las universidades, institutos técnicos y tecnológicos, y del Sena.

7.2 Promoción de un ecosistema articulado de entidades que trabajen en pro del emprendimiento

Transversal a esta propuesta educativa es necesario que en el entorno se den las condiciones necesarias para la promoción de la cultura emprendedora. Existen diferentes

entidades y actores que tienen participación en la promoción de esta cultura emprendedora, desde las instituciones educativas, de las cuales ya se trató, hasta las empresas privadas.

Todo este sin número de actores conforma un ecosistema de emprendimiento que debe trabajar en conjunto, desde sus competencias, para incentivar el desarrollo empresarial, que en últimas es lo que se pretende.

A pesar de que en la actualidad existe en el Departamento una red de emprendimiento regional, la participación y los logros que hasta la fecha se han alcanzado a través de la misma son mínimos. Lo anterior se debe a que cada entidad trabaja por separado las acciones que considera necesarias para el fomento del emprendimiento, pero no existe entre ellas una sinergia que les permita articularse y trabajar en conjunto por el mismo objetivo.

Por lo tanto, con base en esta situación y a las recomendaciones sugeridas durante los grupos de discusión se propone que la red regional de emprendimiento de Córdoba, la cual incide en el Municipio de Montería, defina con cada uno de sus integrantes cuáles serían las funciones y los aportes que cada entidad o actor ofrecerá a la red para que sea posible el ecosistema de emprendimiento sugerido.

La responsabilidad de formar este ecosistema de emprendimiento recae en la Red de emprendimiento regional, ya que es el órgano encargado de unir a las diferentes entidades que participan del emprendimiento en el Departamento.

7.3 Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos

Para finalizar, de acuerdo con lo sugerido por los participantes de los grupos de discusión se hace pertinente proponer una estrategia encaminada en la búsqueda de fondos y recursos tanto públicos como privados destinados exclusivamente para el apoyo a emprendedores en sus ideas e iniciativas de negocio.

Lo anterior por medio del desarrollo y la promoción de proyectos de cooperación con fondos y recursos tangibles e intangibles que apoyen iniciativas de emprendimiento. La responsabilidad de esta iniciativa estaría en manos de entidades públicas y privadas, así como universidades y entes territoriales.

Propuesta innovadora

ESTRATEGIA	NIVELES	INICIATIVA	RESPONSABLES
Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora en el contexto del Municipio.	Formación a docentes	Adelantar jornadas de capacitación a docentes encargados de la cátedra de emprendimiento, en los conocimientos y habilidades necesarias para transmitir de la forma correcta las competencias empresariales a los estudiantes.	Instituciones educativas, Rectores, Universidades, Sena
	Formación a padres	Incentivar en los padres y tutores responsables aptitudes y actitudes de promoción del emprendimiento en los menores.	Instituciones educativas públicas y privadas, Sena
	Formación en niveles preescolar y básica primaria	Diseñar un currículo único en emprendimiento para las instituciones educativas del Municipio, donde se incentiven la creatividad y se enseñe a afrontar en los menores el miedo al fracaso.	Secretaría de educación Municipal, Instituciones educativas públicas y privadas
	Formación en niveles Básica secundaria y media	Implementar un currículo único en emprendimiento basado en el contexto social y cultural del Municipio donde se le enseñe a jóvenes y niños conceptos financieros y competencias en empresarialidad.	Secretaría de educación Municipal, Instituciones educativas públicas y privadas
	Formación a universitarios, técnicos y tecnólogos	Dictar cátedras de emprendimiento en todos los programas formativos ya sean universitarios, técnicos o tecnólogos, sin excepción alguna, donde se enseñe la elaboración de planes de negocio y alternativas de emprendimiento según el tipo de disciplina.	Universidades públicas y privadas, institutos técnicos y tecnológicos, Sena
Promoción de un ecosistema articulado de entidades que trabajen en pro del emprendimiento del municipio.	Definir acciones específicas según el tipo de entidad y sector al que pertenece que faciliten un ecosistema donde sea posible la promoción del emprendimiento.		Red de emprendimiento de Córdoba
Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos.	Desarrollo y promoción de proyectos de cooperación con fondos y recursos tangibles e intangibles que apoyen iniciativas de emprendimiento en Montería.		Sector público, empresas privadas, universidades, entre otros.

Fuente. Elaboración Propia

REFERENCIAS

Acs, Z., & Wennekers, S. (2007). *Entrepreneurship, Economic Growth and Public Policy*. Small. Cambridg: University Press.

Ander-Egg, E. (1980). *Técnicas de investigación social* (Vol. 14): El Cid Editor Buenos Aires.

Bolonia, D. d. (1999). *Espacio Europeo de Educación Superior*. Bolonia: Declaración de Bolonia.

Canabal, J. (2015). *Guía metodológica para la elaboración y presentación de trabajos de grado*. Montería - Colombia: Publicaciones Unisinú.

Candela Casas, R. (2008). *Mitos sobre emprendedores*. Lima - Perú: Documentos, Publicaciones y Recursos Educativos.

de las Oportunidades, B. (2015). Banca de las Oportunidades. *Recuperado el, 14*.

de Tiratel, S. R. (2000). *Guía de fuentes de información especializadas*: Grebyd.

del Arco, E. A., & Blömer, B. V. (2012). *Empresa e iniciativa emprendedora*: Editorial Paraninfo.

Emprender, F. (2016). Fondo Emprender. *Retrieved agosto, 16, 2016*.

Escobar, G., & Isaza, J. D. (1998). *Factores que influyen en la Iniciación y Terminación de una Empresa*. Santiago de Cali - Colombia: Publicaciones Universidad ICESI.

Europea, C. (2003). *Tuning educational structures in Europe*. Berlin: Comisión Europea.

Freire, A. (2005). *Pasión por Emprender*. Bogotá: Editorial Norna.

GEM, P. d. I. (2015). *Las nuevas empresas y las empresas establecidas*. Barranquilla: Coordinación GEM Colombia.

Gerencia proactiva. (2016). Bogotá: Ecoe Ediciones.

González Domínguez, F. J. (2004). *Incidencia del marco institucional en la capacidad emprendedora de los jóvenes empresarios de Andalucía*. Sevilla: Tesis Doctoral Universidad de Sevilla.

gonzalez, R. (2019). *Análisis Valorativo Empresarial Integral* (Editorial Académica Española ed.).

Guridi, J. R. (2003). *LA CULTURA EMPRENDEDORA*. Gipuzkoa - España: Departamento de Innovación y Sociedad del Conocimiento de la Diputación Foral de Gipuzkoa.

Guzmán, J. D. C. (2017). Análisis del Espíritu Emprendedor del Ciudadano Monteriano en la Formulación de Proyectos de Inversión Para la Creación de Nuevas Empresas. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones y Negocios)*, 4(1), 7-18.

Hayton, J. C., George, G., & Zahra, S. A. (2002). *National Culture and Entrepreneurship: A review of Behavioural Research*. *Entrepreneurship Theory & Practice*.

Hernández-Julio, Y. F., Hernández, H. M., Guzmán, J. D. C., Nieto-Bernal, W., Díaz, R. R. G., & Ferraz, P. P. (2019). *Fuzzy Knowledge Discovery and Decision-Making Through Clustering and Dynamic Tables: Application in Medicine*. Paper presented at the International Conference on Information Technology & Systems.

Herrera, J. A. A., Castellón, E. C., Barrera, L. M. T., & Novoa, I. P. V. córdoba-colombia.

Jaramillo, L. (2008). Emprendimiento: Concepto básico en competencias. *Lumen-Instituto de Estudios en Educación*, 7, 1-6.

Jornada de Extensión del INTA. (2003). Mar del Plata: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Keesing, R. (1993). *Teorías de la cultura: Lecturas de antropología social y cultural.* Madrid, España: UNED.

Latina, P. T. A. (2007). *Proyecto Tuning América Latina.* Bogotá: Proyecto Tuning América Latina.

Lundström, A., & Stevenson, L. (2002). *Beyond the Rhetoric: Defining Entrepreneurship Policy and Its Best Practice Components.* Estocolmo: Swedish Foundation for Small Business Research.

Manufacturera, E. A. (2002). Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE: Colombia.

Marulanda Valencia, F. Á., Montoya Restrepo, I. A., & Vélez Restrepo, J. M. (2014). Teorías motivacionales en el estudio del emprendimiento. *Revista científica Pensamiento y Gestión, 36.*

Moya Anegón, F. d., Chinchilla-Rodríguez, Z., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., & Díaz-Pérez, M. (2012). Estudio de la producción científica y tecnológica en colaboración Universidad-Empresa en Iberoamérica.

Negrete Barrera, V. (2003). *Jóvenes, familia y sociedad, de la exclusión al riesgo: El caso Córdoba. Monterí.* Montería - Colombia: Editorial Unisinú.

Netbiblo, s. L. (2012). *100 Buenas Prácticas en emprendimiento universitario.* La Coruña - España: Gesbiblo, s. L.

Pasión por emprender, De la idea a la cruda realidad. (2006). Bogotá: Editorial Norma.

Rangel, P. E. S., Rubiano, M. E. M., & Riaga, C. O. (2015). Interacción universidad y entorno: marco para el emprendimiento. *Educación y Educadores, 18(1), 2.*

RODRÍGUEZ LOZANO, G. I., & TARAZONA MORALES, O. (2015). Unidades de emprendimiento bajo un estudio de eficiencia relativa. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, 23(2), 149-162.*

SENA, F. e. (2015). *Fondo emprender.* Bogotá: soportefondoemprender@carvajal.com

Tolle, E. (2003). *Practicando el poder del ahora.* Vancouver, Columbia Británica (Canadá): Editorial GAIA.

Unesco, U. N. E. S. a. C. O.-. (1998). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior.* París: Unesco.

Wennekers, S. (2006). *Entrepreneurship at Country Level. Economic and Non-economic.* Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management (ERIM).

Wright, S. (2004). *La polarización de la cultura.* Buenos Aires: Antropofagia.

SOBRE O ORGANIZADOR

ARMANDO DIAS DUARTE - Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (2016), com um período de três meses, através de um intercâmbio realizado na cidade de Hof – Alemanha, desenvolvendo trabalhos de gestão de resíduos sólidos, em conjunto com a Educação Ambiental. Em 2018 concluiu o mestrado acadêmico em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco com ênfase em tecnologia ambiental. Atualmente (2019) realiza o doutorado na área de otimização em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco. Tem experiência nas áreas da Educação Ambiental, Análise de Ciclo de Vida, Gestão Ambiental, Recursos Hídricos e Sustentabilidade. Atua com consultorias empresariais e acadêmicas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceite residual automotriz 126, 127, 128, 130, 132

Administración pública municipal 37, 38, 42, 43, 46

Agua 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 26, 107, 108, 114, 116, 119, 122, 129, 130, 139, 141, 142, 148, 150, 153

Análisis de fase 24, 25, 27, 32, 33, 34

Análisis espectral 24, 25, 27, 29

Aprendizaje 9, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 59, 60, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 109, 164, 166, 172

B

B-caroteno 110, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124

Bienestar humano 13

BIENESTAR HUMANO 8

C

Carotenoides 114, 115, 124

CAROTENOIDES 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125

CÓDIGOS DE ÉTICA Y CONDUCTA 41, 45

Competencia digital 58

Control interno 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 166

Covid-19 74, 75, 85, 86, 87

Culturas 1, 6, 7, 9, 11, 12, 164

CURSOS CIENCIAS BÁSICA 99

D

Deshidratación 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 125

E

E-learning 63, 74, 75, 79, 86, 87

Enfoque cuantitativo 49

F

Formación del ingeniero 97

Formación por competencias 99

M

Métodos 14, 25, 26, 32, 49, 68, 78, 106, 113, 114, 115, 117, 119, 120, 121, 122, 124, 128, 167

México 1, 4, 5, 11, 37, 38, 47, 48, 58, 59, 65, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 86, 126, 127, 133, 134, 136, 138, 139, 143, 158

Microorganismos 8, 127, 131, 136

MINERALIZACIÓN 127, 128, 131, 132

Modelación matemática 88, 89, 90, 98

P

Planificación de cuencas 13

Plantas 2, 8, 127, 130

R

Rendimiento escolar 54, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 84, 85, 86, 87

Residuo peligroso 126, 127, 128, 132

Resultado de aprendizaje 88, 90, 97

Rotating stall 24, 25, 34, 35, 36

S

Socioconstructivismo 88, 91, 94

Soluciones basadas en la naturaleza 13

Suelo 9, 14, 17, 18, 19, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Surge 24, 25, 32, 33, 34, 35, 36, 76, 167

T

TIC 58, 60, 66, 71, 73, 86, 87, 100

Tuberculo mashua 110

V


Valor nutritivo 110

W





Web 2.0 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 71, 72, 73


Z

Zonificación territorial 13



Entre
CIENCIA
e
INGENIERIA
2

 www.arenaeditora.com.br
 contato@arenaeditora.com.br
 @arenaeditora
 www.facebook.com/arenaeditora.com.br




Entre


CIENCIA


e


INGENIERIA

2

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br