

CIENCIAS EXACTAS

Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

3



FRANCISCO ODÉCIO SALES
KARINE MOREIRA GOMES SALES
(Organizadores)

CIENCIAS EXACTAS

Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

3



FRANCISCO ODÉCIO SALES
KARINE MOREIRA GOMES SALES
(Organizadores)

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-NãoDerivativos 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



Ciencias exactas y de la tierra: observación, formulación y predicción 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Francisco Odécio Sales
Karine Moreira Gomes Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exactas y de la tierra: observación, formulación y predicción 3 / Organizadores Francisco Odécio Sales, Karine Moreira Gomes Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0459-0
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.590222807>

1. Ciências exactas y de la tierra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Sales, Karine Moreira Gomes (Organizadora). III. Título.

CDD 507

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

A obra “Ciencias exactas y de la tierra: Observación, formulación y predicción 3” aborda uma série de publicações da Atena Editora apresenta, em seus 7 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino, pesquisa e inovação. As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química. O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas. A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas. Neste sentido, essa obra é dedicada aos trabalhos relacionados a pesquisa e inovação. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Francisco Odécio Sales
Karine Moreira Gomes Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ELABORACIÓN DE UN DULCE TRADICIONAL “MUÉGANO” CON HARINAS DE TRIGO Y AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) CON BUENA CALIDAD NUTRIMENTAL Y FUNCIONAL

Enrique Martínez-Manrique

Diana M. Lopez-Sánchez

Verónica Jiménez-Vera

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5902228071>

CAPÍTULO 2..... 8

DISEÑO DE EXPERIMENTOS CON MEDICIONES REPETIDAS: UNA APLICACIÓN A LA VIRULENCIA DE CONIDIOS AÉREOS Y DE PROPÁGULOS DE CULTIVO SUMERGIDO DE PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS (WISE) BROWN Y SMITH CONTRA NINFAS DE BEMISIA (GENNADIUS) APP. EN UN CULTIVO DE BERENJENA (SOLANAR MELONGENA L.)


René Castro Montoya

Ana Gabriela Osuna Páez

José Vidal Jiménez Ramírez

Felipe de Jesús Peraza Garay

Mario Castro Flores


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5902228072>

CAPÍTULO 3..... 16

IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO REMOTO EN FÍSICA

Ana Irene Ruggeri

Claudia Beatriz Anriquez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5902228073>

CAPÍTULO 4..... 29

MEDICIÓN DE PROPIEDADES MECANO-ELÁSTICAS (DENSIDAD Y GROSOR) EN PLACAS DELGADAS CON USO DE EFECTO FOTOACÚSTICO


Nestor Antonio Flores Martínez

Valentín Guzmán Ramos

Ricardo Chapa García

José Valentín Guzmán González

Efraín Ibarra Jiménez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5902228074>

CAPÍTULO 5..... 43

ELABORATION OF ANTISEPTIC GEL BASED ON CALENDULA OFFICINALIS AND TITANIUM OXIDE NANOPARTICLES DECORATED WITH SILVER


Juan Manuel Padilla Flores

José Ernesto Domínguez Herrera

Vicente Rodríguez Gonzalez

Emilia Olivos Lagunes


Josué Uriel Montaña Martínez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5902228075>

CAPÍTULO 6..... 53

APLICACIÓN MÓVIL PARA DONACIONES A POBLACIÓN EN ESTADO DE VULNERABILIDAD CON DIFICULTADES EN ACCEDER A LOS CENTROS DE AYUDA

Jennifer Catalina Murcia Rodríguez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5902228076>

CAPÍTULO 7..... 64

POSSIBILIDADES ACERCA DO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA RELAÇÃO ENTRE A OBMEP E O SPAECE NOS SERTÕES DE CRATEÚS - CE

Carlos Ruan Sampaio Soares

Francisco Odécio Sales

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5902228077>

SOBRE OS ORGANIZADORES 77

ÍNDICE REMISSIVO..... 78

CAPÍTULO 1

ELABORACIÓN DE UN DULCE TRADICIONAL “MUÉGANO” CON HARINAS DE TRIGO Y AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) CON BUENA CALIDAD NUTRIMENTAL Y FUNCIONAL

Data de aceite: 04/07/2022

Enrique Martínez-Manrique

Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de Granos. L-8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, C4. FES Cuautitlán. UNAM

Diana M. Lopez-Sánchez

Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de Granos. L-8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, C4. FES Cuautitlán. UNAM

Verónica Jiménez-Vera

Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de Granos. L-8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, C4. FES Cuautitlán. UNAM

RESUMEN: En la actualidad se observa que la tradición de elaborar dulces típicos se ha venido perdiendo, pues la industria ha reemplazado su elaboración, pero sería bueno recuperarla. Sin embargo, estos dulces aportan bajos beneficios nutrimentales, ya que contienen altos niveles de azúcar y harinas refinadas, por lo que se busca mejorarlos complementandolos con alimentos nutritivos como el amaranto el cual es considerado además un alimento funcional. Es por esto que se decidió elaborar un dulce típico como el muégano, sustituyendo la harina de trigo por harina integral de amaranto en distintas proporciones. Se evaluaron diferentes formulaciones mediante una prueba sensorial de preferencia para seleccionar la mejor. Al muégano seleccionado se le evaluaron sus propiedades nutrimentales y funcionales. Los resultados mostraron que la formulación seleccionada fue 50%-50% harinas

de trigo-amaranto respectivamente. Esta formulación tuvo mayor contenido de proteínas, cenizas y fibra que la elaborada solo con trigo. En el análisis nutrimental presentó una mejor digestibilidad *in vitro*, mejor relación de eficiencia proteica y menor contenido de almidón total que el control, y en sus ingredientes funcionales tiene mayor capacidad antioxidante, fenoles y fibra dietética, comparado con un muégano comercial. Finalmente este muégano tuvo una aceptación sensorial muy buena del 83% y una calificación de 8.1.

INTRODUCCIÓN

Al hablar de la historia del hombre, se deben incluir cultura, lugares, costumbres y tradiciones, así como también el arte culinario. Por eso es importante resaltar que la aparición de la cultura del dulce en México es históricamente trascendental, para consolidar la identidad nacional y regional, ya que se definen sus rasgos más característicos que le dan un toque especial (Reyes, 1990). En México, existen una gran variedad de dulces típicos que varían de una región a otra, muchos de ellos son elaborados artesanalmente y son emblemáticos de la cultura mexicana entre ellos se encuentran dulces como: alegrías, palanquetas de cacahuate, ate, cocadas, merengues, dulces cristalizados o muéganos (Castro, 2000). Estos últimos son dulces provenientes del estado de Puebla, que en su elaboración ocupan harina de trigo, con la masa se hacen cuadritos, los cuales

son freídos en aceite y bañados con miel. Al incorporar harina de trigo en su elaboración y altos niveles de azúcar lo hace un producto de baja calidad proteica y si se consumen de manera elevada pueden provocar problemas de sobrepeso y obesidad (Dulces típicos de Puebla, 2012). En la actualidad, cada vez más se buscan opciones alimenticias sanas y nutritivas que ayuden a tener una mejor salud. Es por esto que, para mejorar este dulce típico, el muégano, se decidió sustituir un porcentaje de harina de trigo por harina integral de amaranto, ya que el amaranto es una semilla con un alto valor nutrimental y es considerado un alimento funcional; por su alto contenido de proteína, calcio, zinc, hierro, aminoácidos esenciales como triptófano y lisina. Además, aporta grasas insaturadas como omega 3 y 6, vitaminas y alto contenido de fibra dietética y antioxidantes (Mapes, 2013). Por tanto, el objetivo de este estudio fue desarrollar una formulación para elaborar un dulce tradicional “muégano” a base de harinas de trigo y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) para aumentar su calidad nutrimental y funcional. prueba de nivel de agrado al producto seleccionado elaborado con harina integral de amaranto.

METODOLOGÍA

Se utilizaron semillas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) variedad Tulyehualco cosecha 2017. Se llevó a cabo la molienda utilizando un molino KRUPS GX4100, posteriormente un tamizado con una malla #40 serie Tyler, también se utilizó harina de trigo comercial marca Tres Estrellas®. Se determinó la composición química de acuerdo a lo establecido por la A.O.A.C (2005), humedad, proteínas, cenizas, grasa, fibra cruda y carbohidratos (por diferencia) de la materia prima antes mencionada. Se probaron tres formulaciones en la elaboración del muégano combinando harina de trigo y harina integral de amaranto, evaluándolas mediante una prueba sensorial de preferencia con jueces no entrenados, para elegir la mejor formulación (Ramírez, 2012). Una vez determinada la mejor formulación, se evaluó su composición química (AOAC, 2005). Para la calidad nutrimental se evaluó: Digestibilidad *in vitro* (Hsu *et al.*, 1977), cuantificación de triptófano (Rama *et al.*, 1974), relación de eficiencia proteica y digestibilidad *in vivo* (AOAC, 1990) Almidón total (Goñi, *et al.*, 1997) y Almidón digerible (por diferencia). Para evaluar las propiedades funcionales: Capacidad Antioxidante (Londoño, 2012), determinación de Compuestos Fenólicos (García *et al.*, 2015), Fibra dietética (CUNNIF, 1995) y Almidón resistente (Goñi *et al.*, 1996). Finalmente se evaluó la formulación elegida mediante una prueba sensorial de nivel de agrado (Ramírez, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que de las tres formulaciones evaluadas con la prueba sensorial de preferencia 50% harina de trigo-50% harina de amaranto (50%HT-50%HA), 30% harina de trigo-70% harina de amaranto (30%HT-70%HA) y 10% gluten-90% harina

de amaranto (10%G-90%HA); la formulación seleccionada fue la que contenía 50% harina de trigo y 50% harina de amaranto porque tuvo la puntuación más alta de las tres y con una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) de las otras dos formulaciones.

Los resultados del análisis químico proximal (tabla I) muestran que existen diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre los componentes químicos. El contenido de proteínas del muégano seleccionado fue del doble que el muégano comercial, esto se debe a la harina de amaranto, la cual se sabe, contiene mayor cantidad y mejor calidad de proteína que el trigo, pues tiene un excelente balance de aminoácidos esenciales (FAO, 1985).

Muégano	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)	CHOS (%)
Comercial	6.87±0.60 ^{a*}	4.04±0.05 ^a	13.7±0.23 ^a	0.6±0.02 ^a	2.6±0.17 ^a	72.14 ^a
Control	4.69±0.38 ^b	3.77±0.46 ^a	10.4±0.09 ^b	1.4±0.05 ^b	2.3±0.19 ^a	77.52 ^a
Seleccionado (50%HT-50%HA)	4.19±0.17 ^b	8.88±0.01 ^b	17.1±0.86 ^c	1.6±0.02 ^b	6.5±0.02 ^b	61.77 ^b

Tabla I. Análisis químico proximal de muégano comercial, control y seleccionado.

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$)

El mayor contenido de grasa en el muégano seleccionado seguramente proviene del amaranto, lo cual es importante ya que se sabe que contiene entre un 5% y 8% de grasas saludables como el escualeno y grasas insaturadas como omega 3 y 6, que ayudan a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Gottau, 2015). Mientras que el contenido de fibra cruda fue aproximadamente tres veces mayor en el muégano seleccionado, y se sabe que la fibra tiene un efecto benéfico en enfermedades como diabetes, obesidad, coadyuvando a disminuir concentraciones séricas de triglicéridos (Ariza *et al.*, 2009).

En cuanto a la calidad nutrimental (tabla II), en la digestibilidad *in vitro* no existe diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las muestras, pero todas tienen buena digestibilidad, por lo que se puede sugerir que al consumir este dulce se estará aprovechando el mayor contenido de proteína, así como de sus aminoácidos esenciales (Harmon, 2007). En cuanto al triptófano se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las muestras, siendo el muégano seleccionado el que tiene mayor cantidad, esto es bueno porque este aminoácido tiene efectos sobre el sistema nervioso (Corbin, 2016). El contenido de almidón digerible en el muégano comercial fue mayor que en el seleccionado presentando diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), al contener menor cantidad de almidón digerible el muégano seleccionado podría disminuir su índice glucémico (Perlmutter, 2013).

Muégano	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	Triptófano (g Trp/100g Prot.)	Almidón Total (%)	Almidón Digerible (%)
Comercial	91.3±1.55 ^a	0.88±0.035 ^a	60.19±0.50 ^a	56.85 ^a
Control	97.22±0 ^a	0.66±0.02 ^b	50.68±0.20 ^b	47.17 ^b
Seleccionado (50%HT-50%HA)	97.22±0 ^a	1.08±0.01 ^c	39.11±1.20 ^c	34.33 ^c

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$)

Tabla II. Análisis nutrimental de muégano comercial, control y seleccionado.

Los valores obtenidos de PER, muestran que el muégano seleccionado tuvo un valor de 1.68 este es bueno, ya que estudios muestran que un PER entre 1.5 y 2 lo tienen proteínas de buena calidad mientras que valores por encima de 2.0 los tiene una proteína de muy buena calidad, la muestra control obtuvo un valor de 0.83 que indica una proteína de baja calidad y la caseína presentó el valor más alto de 2.58, como se esperaba (Friedman, 1996). En cuando a la Digestibilidad *in vivo*, las tres muestras tienen valores adecuados Caseína 98.18, Control 93.75 y muégano seleccionado (50%HT-50%HA) 88.03 ya que la FAO reporta que una baja digestibilidad está por debajo del 80% (Badui, 2006).

Muégano	Capacidad antioxidante (%)	Fenoles (mgEAG/g mtra)	Fibra dietética (%)	Almidón Resistente (%)
Comercial	6.85±0.37 ^a	1.61±0 ^a	3.75±0.24 ^a	3.34±0.34 ^a
Control	7.48±0.26 ^a	1.54±0.03 ^a	4.65±0.1 ^b	3.51±0.35 ^a
Seleccionado (50%HT-50%HA)	87.13±0.31 ^b	2.8±0 ^b	4.16±0.07 ^b	4.78±0.36 ^b

Tabla III. Análisis funcional de muégano comercial, control y seleccionado.

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$)

También se determinaron los ingredientes funcionales (tabla III), y se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las muestras, el muégano seleccionado presentó mayor capacidad antioxidante que esta en relación directa con la inactivación de radicales libres que causan daño celular (Colina *et al.*, 2012). En cuanto a los compuestos fenólicos se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) ya que el muégano seleccionado tiene mayor contenido de estos compuestos que los otros dos, esto puede estar relacionado con la capacidad antioxidante ya que se ha reportado que los fenoles son antioxidantes y pueden ayudar en la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (Gonzales, 2004). El contenido de almidón resistente del muégano seleccionado presentó diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), y fue mayor en

comparación a las muestras, lo cual es bueno ya que este actúa de manera similar a la fibra ayudando al sistema digestivo al ser un prebiótico que alimenta a las bacterias intestinales fomentando la proliferación de la flora que beneficia al organismo (Villarroel *et al.*, 2018).

Finalmente se realizó una prueba sensorial de nivel de agrado del producto seleccionado (50%HT-50%HA), presentando una aceptación del 83% por parte de los consumidores, así como una calificación de 8.1 sobresaliente para un nuevo producto por arriba de 8. Por lo tanto se puede concluir, que el muégano con harina de amaranto tuvo mejor calidad nutrimental y funcional que el comercial y el control elaborado solo con harina de trigo.

CONCLUSIONES

Se logró elaborar un dulce típico como el muégano, sustituyendo la harina de trigo por harina integral de amaranto en distintas proporciones. Los resultados mostraron que la mejor formulación fue 50%-50% harinas de trigo-amaranto respectivamente y que tuvo mayor contenido de proteínas, cenizas y fibra cruda que la elaborada solo con trigo. También presentó una calidad nutrimental muy buena ya que tuvo mejor digestibilidad *in vitro*, su valor de relación de eficiencia proteica fue del doble que el control y fue menor su contenido de almidón total. En cuanto a sus ingredientes funcionales tuvo mayor capacidad antioxidante, fenoles y fibra dietética, comparado con un muégano comercial. Finalmente este muégano tuvo una aceptación muy buena del 83% y una calificación de 8.1.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con el apoyo del proyecto de Cátedras de Investigación CI-2253 de la FES-Cuautitlán, UNAM y PAPIME-DGAPA-UNAM PE200522

REFERENCIAS

A.O.A.C (1990). Official Methods of Analysis of the AOAC. 15th edition, published by AOAC Inc, Arlington. 2:1020.

A.O.A.C. (2005). Official methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, Cunnif, Published. AOAC International. (Métodos: 925.09, 923.03, 920.39, 954.01 y 989.03)

Ariza, J.A., López, F., Montalvo, C., Arellano, M., Luna, S., Robles, R. (2009). Estudio de la conservación del aceite de amaranto utilizando diversos antioxidantes. Tlaxcala: Centro de Investigación en Biotecnología Avanzada-IPN.

Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Pearson educación, México, pp 736.

Castro Elba (2000). Valoración de la diversidad biológica a través de la cultura alimentaria desde la época prehispánica hasta el siglo XX. Diseño de una estrategia educativa radiofónica, Tesis de Maestría en Educación Ambiental. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Colina Jhoana, Guerra Marisa, Guilarte Doralys, Alvarado Carlos. (2012). Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela. Archivos latinoamericanos de nutrición Volumen 62, No 3.

Corbin Juan Armando, (2016). Triptófano: características y funciones de este aminoácido. Fecha de consulta: enero 2020. Disponible en: <https://psicologiymente.com/neurociencias/triptofano-aminoacido>

CUNNIF, P (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edition, USA.

Dulces Típicos De Puebla, (2012). Fecha de consulta: Noviembre 2019. Disponible en: <https://yeahyeahyeahsdotme.wordpress.com/2012/05/25/dulces-tipicos-de-puebla/>

FAO/OMS/UNU. 1985. Necesidades de energía y de proteínas informe de una reunión consultiva conjunta de expertos. Serie de Informes Técnicos N° 724. Roma

Friedman, M. (1996). Nutritional Value of Proteins from Different Food Sources. Revista American Chemical Society, 44(1), 6-29.

García, M. E., Fernández, S. I. y Fuentes L. A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. Depto. de Tec. de Alim. Univ.Politécnica de Valencia, España.

Goñi L. García-Alonso A. I., & Saura-Calixto, F. (1997). Starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. Nutrition Research, Vol. 17. No. 3, pp. 427-437.

Goñi, L. García-Diz, E. Mañas, & F. Saura-Calixto (1996). Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. Food chemistry. 56(4): 445-449.

González A, Fortuño MA, Querejeta R, Ravassa S, López B, López N, Díez J.(2004). Cardiomyocyte apoptosis in hypertensive cardiomyopathy. *Cardiovasc Res* 2004; 59: 549-562. Review.

Gottau, G. (2015). Vitonica. Todo sobre el amaranto: propiedades beneficios y su uso en la cocina. Disponible en: <https://www.vitonica.com/alimentos/todo-sobre-el-amaranto-propiedades-12345beneficios-y-su-uso-en-la-cocina>

Harmon, D. (2007). Experimental approaches to study the nutritional value of foods ingredients for dogs and cats. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, Suplemento especial, p.251-262.

Hsu, H., Vavak, D.L., Satterlee L. D. & Miller, G. A. (1977). A multienzyme technique for estimating protein digestibility. Journal Food Science and Technology, 42(5), 1269-1273

Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. Corporación Universitaria Lasallista. Capítulo 9. Parte III. Antioquia – Colombia.

Mapes, E.C.M. (2013). El amaranto. Fecha de consulta: noviembre 2019. Disponible en: http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf

Perlmutter David (2013). Cerebro de pan. La devastadora verdad sobre los efectos del trigo. Rev. Gestión de las Personas y Tecnología. Buenos Aires, Editorial Grijalbo, Edición N°22.

Rama, M., Tara, R., & Krishnan, C. (1974). Colorimetric estimation of tryptophan content of pulses. Journal Food Science and Technology. 11, 213-216.

Ramírez, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Rev. ReCiTeIA. 84-97.

Reyes Renata Sergio (1990). La historia de la azúcar en México. México.F.C.E.

Villaruel Pia, Gómez Camila, Vera Camila, Torres Jairo, (2018). Almidón resistente: características tecnológicas e intereses fisiológicos. Revista chilena de nutrición.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE EXPERIMENTOS CON MEDICIONES REPETIDAS: UNA APLICACIÓN A LA VIRULENCIA DE CONIDIOS AÉREOS Y DE PROPÁGULOS DE CULTIVO SUMERGIDO DE PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS (WISE) BROWN Y SMITH CONTRA NINFAS DE BEMISIA (GENNADIUS) APP. EN UN CULTIVO DE BERENJENA (SOLANAR MELONGENA L.)

Data de aceite: 04/07/2022

Data de submissão: 01/05/2022

René Castro Montoya

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
Universidad Autónoma de Sinaloa
<https://orcid.org/0000-0002-6746-7559>

Ana Gabriela Osuna Páez

Universidad Autónoma de Occidente, Campus
Culiacán, Sinaloa
<https://orcid.org/0000-0001-6747-0183>

José Vidal Jiménez Ramírez

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
Universidad Autónoma de Sinaloa
<https://orcid.org/0000-0001-6747-0144>

Felipe de Jesús Peraza Garay

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
Universidad Autónoma de Sinaloa
<https://orcid.org/0000-0002-6747-7569>

Mario Castro Flores

Preparatoria Guasave Diurna, Universidad
Autónoma de Sinaloa
<https://orcid.org/0000-0001-7752-402X>

tratamientos, 2) si hay diferencia en la respuesta media de los tratamientos y 3) si las tendencias en los tratamientos son o no paralelas. Este tipo de diseños se le conoce como estudios con mediciones repetidas (véase Fleiss (1986)). El método para realizar estas pruebas de hipótesis es utilizando análisis de varianza univariado con mediciones repetidas, para cada variable por separado, y mediante análisis de varianza multivariado, con todas las variables en conjunto. La ventaja de realizar un análisis considerando todas las variables en conjunto, en lugar de analizar para cada variable por separado, es que, mediante el primero (para cada variable), podría no detectar efectos (tendencias, grupos, interacción) y en el análisis de varianza multivariado sí. En este trabajo se presenta el resultado de aplicar análisis de varianza univariados y multivariados con mediciones repetidas a un conjunto de datos reales.

PALABRAS CLAVE: Diseño experimental, Mediciones repetidas, Pruebas de hipótesis. Mosquita blanca, índice de mortalidad, índice de infección, propágulos de cultivo sumergido, conidios de cultivo aéreo, evaluación de campo, unidades calor.

RESUMEN: Algunas veces se tienen diseños experimentales en donde a cada unidad en los tratamientos se le toman varias mediciones a lo largo del tiempo y se pueden tener más de una variable de respuesta, en este caso, es de interés realizar inferencia estadística acerca de: 1) si hay una tendencia significativa en la respuesta media a través del tiempo en los

DESIGN OF EXPERIMENTS WITH REPEATED MEASUREMENTS: APPLICATION TO THE AERIAL CONIDIA AND SUBMERGED CULTIVE PROPAGULES OF PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS (WISE) BROWN AND SMITH AGAINST NYMPHS OF BEMISIA (GENNADIUS) SPP. IN AN EGGPLANT CULTIVATION (SOLANUM MELONGENA L.).

ABSTRACT: Sometimes there are experimental designs where several measurements are taken over time for each unit in the treatments and there may be more than one variable response. In this case, it is of interest to make statistical inference about: 1) if there is a significant trend in the mean response over time in the treatments, 2) if there is a difference in the mean response of the treatments and 3) if the trends in the treatments are or are not parallel. These types of designs are known as repeated measures studies (see Fleiss (1986)). The method to carry out these hypothesis tests is using univariate analysis of variance with repeated measurements, for each variable separately, and by multivariate analysis of variance, with all variables together. The advantage of carrying out an analysis considering all the variables as a whole, instead of analyzing each variable separately, is that, by means of the first (for each variable), it could not detect effects (trends, groups, interaction) and it could in the analysis of multivariate variance. This paper presents the result of applying univariate and multivariate analyzes of variance with repeated measurements to a set of real data.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los resultados de aplicar análisis de varianza univariados y multivariados con mediciones repetidas a un conjunto de datos reales sobre la virulencia de conidios aéreos y propágulos de cultivo sumergido de la cepa PCR de *Paecilomyces fumosoroseus* contra ninfas de mosquita blanca (*Bemisia shop.*) en campo utilizando como hospedero un cultivo de berenjena (solana melongena). El diseño experimental que se utilizó a cada unidad en los tratamientos se le toman varias mediciones a lo largo del tiempo (cinco tratamientos y seis repeticiones). Los tratamientos fueron: Propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y un testigo absoluto. Se hicieron ocho aplicaciones cada 4 días. Se determinó el total de ninfas sanas e infectadas por cm² de hoja, y se contaron las pupas y ninfas del 2do., 3er. y 4to. instar. Con base en las tendencias de los porcentajes de mortalidad durante los 33 días del experimento, los mejores tratamientos fueron los conidios aéreos (5 x 10¹³ conidios/ha) y los propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación (6 x 10¹¹ propágulos/ha), sin diferencias significativas. Al día 33 del experimento, los porcentajes de mortalidad totales producidos por los conidios aéreos y propágulos de cultivo sumergido (3 x 10¹¹ propágulos/ha) fueron 83 ± 14 y 71 ± 22%, respectivamente, sin que hubiese diferencia significativa en los índices de infección. Bajo las condiciones del estudio, los propágulos de cultivo sumergido fueron tan virulentos contra las ninfas de mosquita blanca como sus conidios aéreos.

Análisis de varianza para mediciones repetidas

Supóngase que se desea comparar “a” tratamientos con ni (i=1,2, 3, a) unidades bajo cada tratamiento, en cada realización del experimento se tienen n= n₁+ n₂+...+ n_a mediciones, las mediciones obtenidas (para el k-ésimo tratamiento) tienen la forma:

Mediciones						
Individuo	1	...	J	...	b	Medias
1	Y ^k ₁₁	...	Y ^k _{1j}	...	Y ^k _{1b}	$\bar{Y}^k_{1\cdot}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	Y ^k _{i1}	...	Y ^k _{ij}	...	Y ^k _{ib}	$\bar{Y}^k_{i\cdot}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n _k	Y ^k _{n_k1}	...	Y ^k _{n_kj}	...	Y ^k _{n_kb}	$\bar{Y}^k_{n_k\cdot}$
Medias	$\bar{Y}^k_{\cdot 1}$...	$\bar{Y}^k_{\cdot j}$...	$\bar{Y}^k_{\cdot b}$	$\bar{Y}^k_{\cdot\cdot}$

Mediciones bajo tratamiento k en un estudio con mediciones a lo largo del tiempo (véase Flis (1986)).

Las hipótesis que realizar son de la forma:

- 1) H₀: No hay diferencia en la respuesta media de los tratamientos vs H₁: Hay diferencia en la respuesta media de los tratamientos.
- 2) H₀: No hay una tendencia significativa en la respuesta media a través del tiempo en los tratamientos vs H₁: Hay una tendencia significativa en la respuesta media a través del tiempo en los tratamientos.
- 3) H₀: La tendencia en los tratamientos no son paralelas vs H₁: La tendencia en los tratamientos son paralelas.

En la siguiente tabla se muestran las estadísticas para un análisis de varianza univariado, por razones de espacio se sugiere al lector revise el caso de análisis de varianza multivariado revisar la sección 8.3 de libro de (Fleiss (1986)).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Estadística F
Tratamientos	a-1	$b \sum n_k (\bar{Y}^k_{\cdot\cdot} - \bar{Y}^{\cdot\cdot})^2$	CM _{trat}	$F_{trat} = \frac{CM_{trat}}{CM_{error}}$
Tiempo	b-1	$n_{\cdot} \sum n_k (\bar{Y}^k_{\cdot j} - \bar{Y}^{\cdot\cdot})^2$	CM _{tiempo}	$F_{tiem} = \frac{CM_{tiempo}}{CM_{error}}$
Interacción	(a-1)(b-1)	$\sum \sum n_k (\bar{Y}^k_{\cdot j} - \bar{Y}^k_{\cdot\cdot} - \bar{Y}^{\cdot j} - \bar{Y}^{\cdot\cdot})^2$	CM _{interacción}	$F_{inte} = \frac{CM_{interac}}{CM_{error}}$

Individuos	n _i -a	$b \sum \sum (\bar{Y}_{i\cdot}^k - \bar{Y}_{\cdot\cdot}^k)^2$	CM _{individuos}	$\frac{F_{ind.} CM_{ind}}{CM_{error}}$
Error	(n _i -a) (b-1)	$\sum \sum \sum (\bar{Y}_{ij}^k - \bar{Y}_{i\cdot}^k - \bar{Y}_{\cdot j}^k + \bar{Y}_{\cdot\cdot}^k)^2$	CM _{error}	
Total	(n, t)-1	$\sum \sum \sum (\bar{Y}_{ij}^k - \bar{Y}_{\cdot\cdot}^k)^2$		

Tabla de análisis de varianza para casos de estudio con mediciones repetidas (véase Fleiss (1986))

El criterio de decisión en cada hipótesis es rechazar H₀ si el valor de la estadística F es mayor que el valor de tablas de la distribución F con sus respectivos grados de libertad, según sea el caso.

Análisis de varianza con mediciones repetidas.

Las pruebas se hicieron en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. El área experimental consistió en 3 surcos de 1 m de largo con una distancia entre surcos de 1.5 m. Se aplicaron cinco tratamientos (Cuadro 1), con seis repeticiones en diseños experimentales en donde a cada unidad en los tratamientos se le toman varias mediciones a lo largo del tiempo y se pueden tener más de una variable de respuesta. Plantas de berenjena de las variedades Black Berel y Vernal se seleccionaron para este trabajo ya que toleran altos niveles de infestación de mosquita blanca, y tienen un follaje resistente a la manipulación.

Cuidados del cultivo hospedante. Las plantas de berenjena se regaron por goteo durante 6 h diarias, fertilizando con una fórmula comercial (15:15:15). Diez días antes de iniciar el experimento, por única ocasión, se aplicó 1 g/L de pirimor para controlar la presencia de pulgón. La maleza se eliminó manualmente.

En este trabajo se presentan los resultados de aplicar análisis de varianza univariados y multivariados con mediciones repetidas a un conjunto de datos reales. Debido a la diferencia entre las dosis aplicadas, para comparar los tratamientos, a los 33 días se analizaron los índices de infección (1) y de mortalidad (2) propuestos por Altre et al. (1999) y Vandenberg (1996), respectivamente. Las ecuaciones utilizadas fueron:

$$\text{Índice de infección} = \arccos(\text{fracc.de ninfas enfermas})^{1/2} \times 100 \quad (1)$$

de ninfas sanas y enfermas se evaluó en un área de 6.45 cm² de una hoja seleccionada al azar de la parte media de una log₁₀(dosis) planta de la parcela útil. Los datos poblacionales se expresaron en cm² para su comparación con otros trabajos. Las ninfas sanas presentaron turgencia y un amarillo pálido, considerándose como ninfas enfermas las que estaban deshidratadas con una coloración café.

$$\text{Índice de mortalidad} = (\text{Mortalidad (\%)}) / \text{Dosis!} \quad (2)$$

Las comparaciones de medias de los índices se hicieron mediante un análisis de varianza para casos de estudio con mediciones repetidas. Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete STATISTICA 8.0.

Condiciones climáticas. Los datos de porcentaje de humedad relativa y de temperatura máxima y mínima fueron proporcionados por el Centro Meteorológico del Campo Experimental del Valle de Culiacán, INIFAP, ubicado a 700 m del sitio experimental. La humedad y temperatura promedio durante los días del experimento y su desviación estándar fueron de $58\% \pm 6.23$ y $22^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ (Fig. 1).

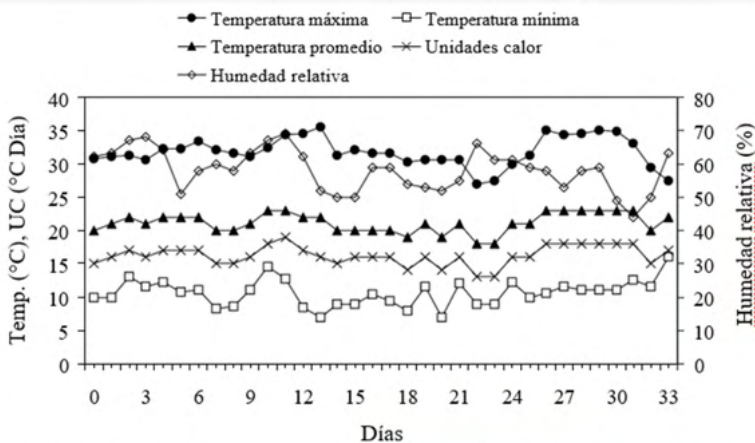


Fig. 1. Humedad relativa, unidades calor, temperaturas mínima, máxima y promedio, durante la evaluación de la virulencia de la cepa Pfrd de Paecilomyces fumosoroseus contra ninfas de Bemisia spp. en berenjena (Solanum melongena).

Las hipótesis por realizar para cada caso son de la forma:

H_1 : Hay diferencia en la respuesta media entre tratamientos Propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y el testigo.

H_1 : Hay una tendencia significativa en la respuesta media a través del tiempo en tratamientos Propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y el testigo.

H_1 : La tendencia en la respuesta media de los tratamientos Propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y el testigo son paralelas.

Se realizó un análisis de varianza univariado con mediciones repetidas, para cada variable por separado, y mediante análisis de varianza multivariado, con todas las variables

en conjunto. La ventaja de realizar un análisis considerando todas las variables en conjunto, en lugar de analizar para cada variable por separado, es que, mediante el primero (para cada variable), podría no detectar efectos (tendencias, grupos, interacción) y en el análisis de varianza multivariado sí (en este conjunto de datos se presentó que para la respuesta media para cada variable por separado la respuesta media entre tratamientos Propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y el testigo no son estadísticamente diferente.).

Análisis de varianza multivariado (considerando las siguientes cuatro variables a la vez: Índice de infección, Índice de mortalidad) con mediciones repetidas. Se realizó un análisis de varianza multivariado con mediciones repetidas a los datos mediante el software STATISTICA V 8.0 y se obtiene la siguiente tabla:

Análisis de Varianza Multivariado, con mediciones repetidas, mediante las variables en conjunto.					
Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Estadística de Prueba	P_{valor}
Grupos	7241.1	4	1810.2	6.42	0.00003
Tiempos	29289.6	16	1830.6	44.25	0.00000
Interacción	26514.4	64	414.2	4.44	.000000
Individuos	16877.7	408	41.3	0.146	.000101
R1	7241.0	4	1810.2	6.42	0.00003
R1tiemp	9636.7	64	150.5	0.534	0.99905
Error	459536.7	1632	281.5		

De la tabla anterior se ve que considerando las variables índice de infección, índice de mortalidad a la vez: Hay diferencia en la respuesta media entre tratamientos propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y un testigo absoluto, al nivel 0.05 de significancia, se tiene evidencia suficiente para rechazar la hipótesis H_0 : a favor de la hipótesis alternativa H_1 : Hay diferencia en la respuesta media el testigo y el tratamientos, ya que el $P_G = 0.00003$ es menor que el nivel de significancia. Lo que significa que la respuesta media en los tratamientos Propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y el testigo son estadísticamente diferentes.

De la tabla del análisis de varianza se observa que el P_{valor} para efecto tiempo $P_T = 0.000$ es menor que 0.05 lo que implica que existe una tendencia en el tiempo, y se rechaza la hipótesis H_0 a favor de H_1 : Hay una tendencia significativa en la respuesta media a

través del tiempo en los cinco tratamientos, y, como $P_1 = 0.00000$ es mayor que 0.05 se concluye que no se tiene evidencia suficiente para rechazar H_0 : La tendencia en el en los tratamientos Propágulos de cultivo sumergido, conidios aéreos, propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación, solo caldo de fermentación y el testigo no son paralelas.

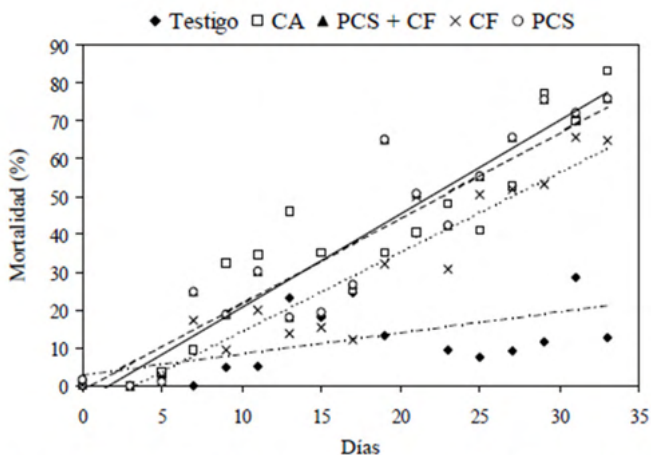


Fig. 5. Líneas de tendencia de los porcentajes de mortalidad de ninfas de *Bemisia* spp. tratadas con la cepa Pfrd de *Paecilomyces fumosoroseus*. Conidios aéreos (CA), propágulos de cultivo sumergido más el caldo de fermentación (PCS + CF), caldo de fermentación (CF), propágulos de cultivo sumergido (PCS), y testigo.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del análisis realizado en el presente trabajo se puede resaltar lo siguiente:

1. En este trabajo se presentaron los resultados de aplicar análisis de varianza univariados y multivariados con mediciones repetidas a un conjunto de datos reales. En los que al realizar un análisis considerando todas las variables en conjunto, en lugar de analizar para cada variable por separado, fue que, mediante el para las variables índice de infección, índice de mortalidad por separado, no se detectaban efectos (tendencias, grupos, interacción) y en el análisis de varianza multivariado sí.
2. En la práctica es común encontrarse con casos estudios en donde a cada unidad en los tratamientos se le toman varias mediciones a lo largo del tiempo y se pueden tener más de una variable de respuesta.
3. Para calcular el tamaño de muestra para estudios con mediciones a lo largo del tiempo (véase Schlesselman (1973)).

4. Para analizar el problema de comparaciones múltiples con para estudios con mediciones a lo largo del tiempo (véase Friedman, Furberg y DeMets (1981)).

REFERENCIAS

1) Friedman, L.M. Furberg, C.D. y DE Mets, D.L. (1981). *Fundamentals of clinical trials*. Boston: John Wright-PSG, Inc.

2) Joseph L. Fleiss (1986). *The Design and Analysis of Clinical Experiments*. John Wiley & Sonso.

3) Altre, J.A., Vandenberg, J.D., and Cantone, F.A. 1999. Pathogenicity of *Peritomyces fumosoroseus* isolates to diamondback moth, *Luella xylostella*: Correlation with spore size, germination speed, and attachment to cuticle. *Journal of Invertebrate Pathology* 73:332-338.

4) Schlesselman, J.J. (1973). Planning a longitudinal study: II Frequency of measurement and study duration. *J. Chron. Di.*, 26, 561-570.

5) STATISTICA 8.0 (2011). StatSoft, Inc.

IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO REMOTO EN FÍSICA

Data de aceite: 04/07/2022

Data de submissão: 05/05/2022

Ana Irene Ruggeri

Departamento de Física, Y Departamento de Electricidad, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero
Santiago del Estero, Argentina
https://fce.unse.edu.ar/sites/default/files/docentes/CV_IngAnaRuggeri.pdf

Claudia Beatriz Anriquez

Departamento de Física, Y Departamento de Electricidad, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero
Santiago del Estero, Argentina
https://fce.unse.edu.ar/sites/default/files/pdf/cvdocentes/cv_anriquez_claudia.pdf

RESUMEN: La educación está experimentando grandes cambios influenciados por el avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), uno de estos avances son los Laboratorios Remotos (LR), que se vienen utilizando en la enseñanza de las ciencias y la ingeniería, y permiten realizar experimentos reales a través de internet constituyéndose en herramientas que permiten apoyar la enseñanza presencial. El objetivo de la experiencia fue promover estrategias pedagógicas para mejorar las condiciones de enseñanza y de aprendizaje en el área de laboratorio de Física de las carreras de Ingeniería de la FCEyT, que contribuyan a

las competencias digitales y para aplicar en extensiones áulicas en el interior de la provincia, y en las cuales no resulta factible trasladar el equipamiento del laboratorio, aplicando recursos provistos por las TIC. La propuesta implementada permitió más que nada al equipo docente ir adecuándose con ésta nueva práctica, respondiendo a los antecedentes sobre el tema que la Facultad lleva a cabo.

PALABRAS CLAVE: Laboratorio Remoto; Física; Competencias digitales.

IMPLEMENTATION OF A REMOTE LABORATORY IN PHYSICS

ABSTRACT: Education is experiencing great changes influenced by the advancement of Information and Communication Technologies (ICT), one of these advances is the Remote Laboratories (LR), which are being used in science and engineering education, and they allow real experiments through the internet, becoming tools that allow supporting face-to-face teaching. The objective of the experience was to promote pedagogical strategies to improve the teaching and learning conditions in the Physics laboratory area of the FCEyT Engineering careers, which contribute to digital competences and to apply in courtrooms within the province, and in which it is not feasible to move the equipment of the laboratory, applying resources provided by the ICT. The proposal implemented allowed the teaching team to adapt to this new practice, responding to the background on the subject that the Faculty carries out.

KEYWORDS: Remote Laboratory; Physics; Digital competences.

1 | INTRODUCCIÓN

Que la Universidad está cambiando es, en la actualidad, una realidad evidente. La profunda modificación de las coordenadas políticas, sociales, científicas y técnicas en las que se mueven las universidades y la necesidad de acomodarse a las nuevas demandas de formación que se le plantean está suponiendo un importante reto institucional en cuya resolución se hallan implicadas todas sus estructuras institucionales. En ese contexto de cambio, la calidad de la docencia universitaria constituye una prioridad estratégica de las instituciones de educación superior en todo el mundo.

Las mencionadas directivas y los subsiguientes procesos de desarrollo y aplicación de las mismas han insistido en que la universidad y su oferta formativa precisan avanzar hacia propuestas curriculares más flexibles, más centradas en el aprendizaje autónomo de los estudiantes, con mayor uso de las TIC, las cuales brindan herramientas que potencializan el proceso de enseñanza y aprendizaje, con una orientación docente basada en competencias y que suponga el inicio de una capacitación profesional que continuará a lo largo de la vida. Estos extraordinarios propósitos pueden quedarse en meros enunciados vacíos si el cuerpo de docentes universitario no los llena de sentido, la mera incorporación de herramientas tecnológicas a las prácticas educativas no garantiza en modo alguno que esa mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, se produzca realmente. Para que esta incorporación sea exitosa se requiere de un trabajo articulado del cuerpo docente y una participación activa y responsable de los estudiantes involucrados en dicho proceso (Arguedas Matarrita, 2016).

La mejora de la calidad de la docencia es, sin duda, un proceso complejo y en el que intervienen muchos factores: desde las políticas educativas hasta los recursos disponibles; de los estudios en cada momento e institución; desde la formación y experiencia de los docentes hasta la capacitación y motivación del alumnado. Pero de todos ellos, el factor que ejerce una influencia más determinante en la calidad de la docencia es, sin duda, el cuerpo docente y las prácticas formativas que éste desarrolla (Anriquez, 2016).

La experiencia propuesta es la implementación de un Laboratorio Remoto Diferido como recurso tecnológico y el análisis de la manera en que este recurso impactará tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de Física para alumnos de Ingeniería. Es decir, cómo este nuevo recurso digital modificará las prácticas docentes y de qué modo impactará en el aprendizaje significativo en alumnos que transitan por el Laboratorio de Física. Esto es una experiencia innovadora y se puso especial atención en el grado de acomodación por parte del equipo docente para la puesta a punto de la práctica.

Nuestra Universidad y específicamente la FCEyT, se lanzó a experiencias multinacionales de laboratorio remoto, en las cuales se hace uso de un Laboratorio Remoto Diferido disponible en la web, correspondiente a la empresa LabsLand. LabsLand es una red de Laboratorios Remotos, y es una spin-off del grupo de investigación WebLab-Deusto

de la Universidad de Deusto, España, que ha estado trabajando en el área desde 2003. Oportunamente se envió un contrato para ser firmado entre la UNSE y LabsLand, el cual está en etapa de revisión en el área legal de nuestra universidad (www.labsland.com/es).

2 | SITUACIÓN PREVIA

La propuesta de este Laboratorio Remoto surge como posible respuesta a las necesidades del Laboratorio de Física de la FCEyT - UNSE.

Actualmente la planta docente se compone de 5 docentes: 4 con dedicación simple y 1 con dedicación exclusiva.

La situación actual del Laboratorio de Física para el ciclo básico de las Ingenierías (Eléctrica, Electromecánica, Electrónica, Civil, Vial Hidráulica, Agrimensura, Industrial) y profesorado de Física y Licenciatura en Matemática) es el siguiente: se dispone de un espacio con una capacidad de 40 personas para atender una masa de 200 alumnos aproximadamente por módulo. Hasta ahora se logró salvar este inconveniente dividiendo al grupo en comisiones de hasta 40 personas, con el consiguiente recargo de horas de la planta docente. Estas comisiones de 40 alumnos trabajan en 6 grupos de 5 integrantes separados por carreras afines (Eléctrica - Electrónica - Electromecánica, Civil - Vial - Hidráulica, etc.), realizando cada uno una experiencia distinta (privilegiando algunos temas sobre otros de acuerdo con la terminal), presentando informes de manera grupal.

Otra de las problemáticas que se posee es la escasa cantidad de material didáctico (actualmente se posee un equipo por experiencia), tampoco se tienen 6 experiencias didácticas distintas por tema (por ejemplo: 6 experiencias de cinemática, 6 de calor, 6 de ondas, etc), sino solo 2 de cada tema, o como mucho 3. Con esta situación los grupos de alumnos van rotando sus experiencias, y muchas veces deben realizar experiencias sobre temas que aún no han sido vistos en clase de teoría y problemas. También se debe nombrar que se carece de prácticos de laboratorio en ciertos temas (fluidos, por ejemplo), o bien, debido a la mayoría de alumnos en una carrera en particular (ingeniería Civil), se privilegia algunos prácticos (que serían más acordes a esta carrera) sobre otros.

En estos últimos años se abrieron extensiones áulicas de la FCEyT - UNSE en el interior de la provincia (Tecnicatura Universitaria en Construcción), en donde se dicta la materia Elementos de Física (con contenidos de mecánica y de electricidad), lo cual hace necesario que se hagan experiencias de laboratorios, con la imposibilidad de trasladar el equipamiento a esos lugares. Un Laboratorio Remoto vendría a cubrir esta necesidad.

Como antecedentes: Años anteriores, más precisamente en 2016 dos docentes del Laboratorio de Física de la FCEyT - UNSE desarrollaron un Laboratorio Remoto en tiempo real, donde implementaron una práctica a distancia de cinemática en el curso de laboratorio de física básica, dicho proceso efectuado fue alentador ya que permitió sentar las bases para un Laboratorio Remoto que con el tiempo incluya otras prácticas de física básica. En

las pruebas piloto tuvo un excelente comportamiento, pero aún no tuvo aplicación para clases con alumnos, debidos a problemas de conectividad en el servidor local de la UNSE (Olivares y Juárez, 2016).

Otro antecedente de importancia en la implementación de LR's es el proyecto ERASMUS denominado "Módulos Educativos para Circuitos Eléctricos y Electrónicos. Teoría y práctica siguiendo una metodología de enseñanza-aprendizaje basada en la investigación y apoyada por VISIR+ (Virtual Instruments Systems in Reality)". El proyecto cuenta con financiación de la Education, Audiovisual and Cultura Agency (EACEA) de la Unión Europea y de él forman parte un conjunto de instituciones europeas asociadas en la figura de un consorcio. La participación en el mismo fue abierta a países externos a la Unión Europea y al momento presente la Argentina forma parte de él contando a la UNSE como institución participante a través del CONFEDI (Olivares y Juárez, 2016).

3 I SOBRE LOS LABORATORIOS DE FÍSICA

A través de las experiencias de laboratorio los estudiantes desarrollan habilidades para lograr competencias en el manejo de los instrumentos de medición, equipos en general, ajustes de datos, etc. además de desarrollar la capacidad de interpretar datos de manera crítica y reflexiva. Todas estas características se desarrollan de manera más acabada en los Laboratorios Reales, los cuales son aquellos donde las prácticas se desarrollan en un espacio diseñado a estos efectos. Muchas veces, por cuestiones de espacio, tiempo, posibilidades académicas, etc. no se pueden realizar las prácticas en estos lugares y para ello podemos recurrir a los Laboratorios Virtuales, los cuales son simulaciones de fenómenos físicos, a las que se puede acceder a través de internet, o de una computadora, con el software específico instalado. Más recientemente encontramos a los Laboratorios Remotos, que son experiencias reales, pero a las cuales se accede en forma remota (como su nombre lo dice) a través de internet. Estos laboratorios pueden ser en tiempo real (realizar la experiencia en el momento) o diferidos (acceder a un video sobre la experiencia ya realizada) (Arguedas Matarrita y otros, 2016).

La ventaja, tanto de los Laboratorios Virtuales, como los Remotos (diferidos o en tiempo real), es la posibilidad de acceso a través de cualquier computadora que tenga una conexión estable a internet, y en cualquier momento, permitiendo al alumnado gestionar su tiempo, y repitiendo la experiencia tantas veces como la crea necesaria.

Cabe destacar que, en la enseñanza, los Laboratorios Remotos no reemplazan a los Laboratorios Reales, sino que se complementan con éstos. El estudiante de ingeniería tiene la necesidad de estar presente en el lugar y poder realizar sus propios ensayos de acuerdo a sus inquietudes, pero para la realización de los ensayos más tradicionales, el uso de laboratorios remotos permite abaratar costos y permitir mayor accesibilidad, ya que un solo equipo de ensayo puede ser compartido por cientos de estudiantes (Olivares y

Juárez, 2016).

Los Laboratorios Remotos ofrecen en este sentido, reales oportunidades de aprendizaje para promover el desarrollo de competencias necesarias para el ejercicio profesional de ingenieros y profesores.

¿Qué competencias nos interesa desarrollar? competencia digital para los alumnos y para los docentes, como una manera de adaptarse a las TICs, teniendo presente los antecedentes citados en la materia.

4 | DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

A. El Laboratorio Remoto

Se seleccionó el Laboratorio Remoto correspondiente al tema Principio de Arquímedes, dentro de la plataforma de laboratorios remotos LabsLand, en el cual la Universidad Nacional tiene un espacio.

La pantalla que se muestra cuando ingresamos a la página principal es la siguiente:



FIGURA 1. Página principal de LabsLand

El espacio perteneciente a la Universidad Nacional de Santiago del Estero, es el siguiente, al cual se accede por invitación vía e-mail. Para esto se pidió los respetivos e-mails a los alumnos, de manera de cursar invitaciones, y que accedan al mismo.

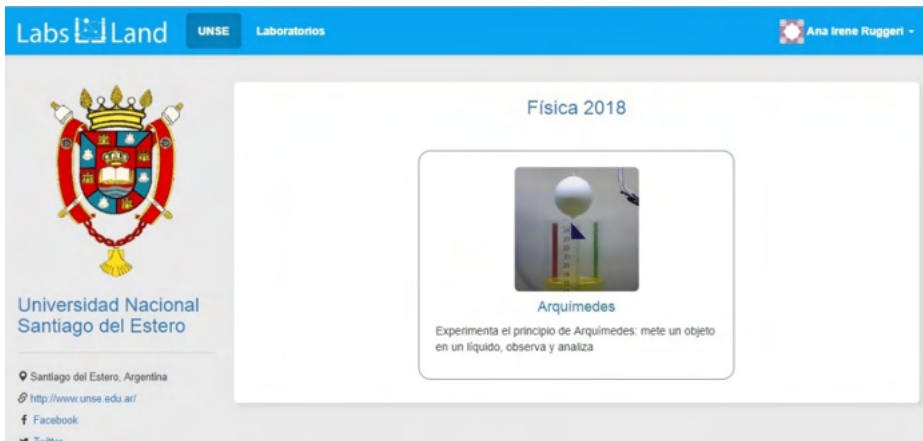


FIGURA 2. Espacio de la UNSE dentro de LabsLand

Una vez ingresado al Laboratorio de Principio de Arquímedes, nos encontramos con la siguiente pantalla, donde se encuentra el acceso al laboratorio, también se pueden encontrar un video explicativo del mismo, algunas fotos y contenidos adicionales.

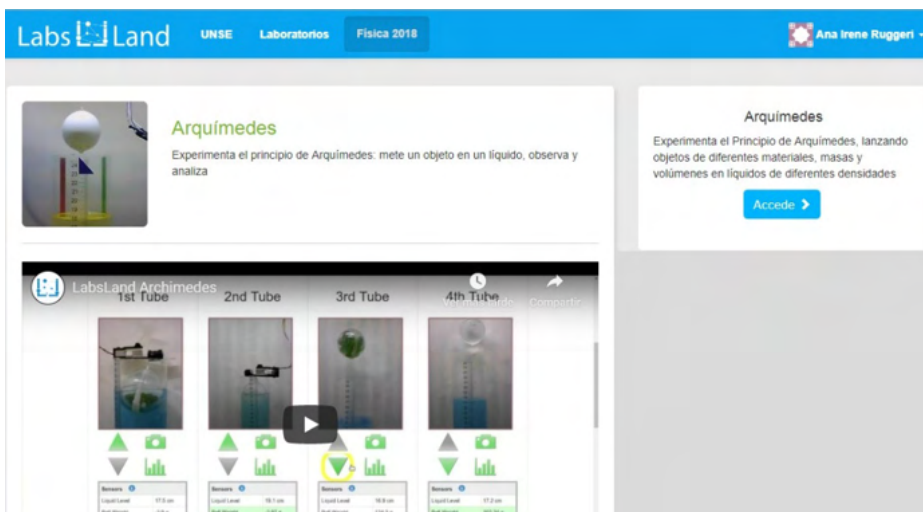


FIGURA 3. Página principal Laboratorio Arquímedes

Una vez dentro del laboratorio remoto, nos encontramos con 13 tubos, todos llenos de agua azulada, arriba de los cuales se encuentran bolas de diferentes materiales y dimensiones, algunas huecas, otras rellenas con pequeñas bolitas. Se dispone de un tiempo de 20 minutos para realizar el experimento, se puede acceder al experimento las veces que se requiera, pero siempre en un tiempo máximo de 20 minutos. Presionando en los nombres de los tubos, podemos seleccionar unos cuantos para que solo estos estén

disponibles, y los demás desaparezcan. Presionando en la flecha verde se libera la bola, de manera que caiga en el líquido, y de esta manera investigar densidad relativa, volumen desplazado y empuje de cada bola.



FIGURA 4. Tubos 4 y 8 antes de soltar las bolas

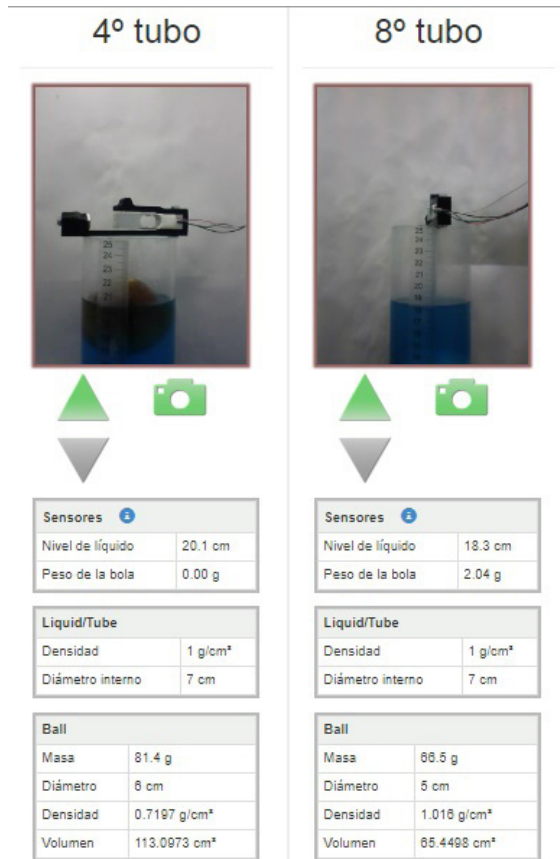


FIGURA 5. Tubos 4 y 8 luego de soltar las bolas

B. Tareas previas a cargo del equipo docente

Las tareas previas fueron:

- Formación del equipo docente que prepararía y dirigiría la experiencia de Laboratorio Remoto diferido, este equipo estaba constituido por un Profesor Titular, un Profesor Adjunto y dos Jefes de Trabajos Prácticos
- Selección del grupo de alumnos donde se aplicaría la práctica, el cual resultó alumnos de Ing. Industrial, que cursan la materia Física II, en el segundo cuatrimestre. Este grupo no tiene el mismo régimen de cursado del resto de las ingenierías de la FCEyT, y el número de alumnos es menor, lo cual lo hace ideal para el desarrollo de esta experiencia.
- Selección del tema de la práctica, en éste caso FLUIDOS – Principio de Arquímedes, en función del grupo de alumnos
- Primera prueba de la experiencia por parte de equipo docente, de manera de averiguar fortalezas y debilidades de la misma.

- Diseño de la guía didáctica para la realización de la práctica.

C. Tareas de la realización de la experiencia propiamente dicha

- Explicación de las instrucciones al grupo seleccionado de alumnos de la tarea que debían realizar, sobre el Laboratorio Remoto Diferido.
- Envío de instrucciones detalladas sobre cómo acceder a la plataforma, la casilla de mail en caso de consultas, donde debían enviar el informe de laboratorio (también se les permitió presentar en informe de manera impresa). Se les dio un plazo de diez días, dentro de los cuales debían realiza la experiencia, y presentar el informe (en cualquiera de las dos modalidades mencionadas). También se les envió una guía del Trabajo Práctico de Laboratorio que debían realizar.



Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías-UNSE
Departamento Académico de Física
Laboratorio de Física



Trabajo Práctico de Laboratorio Remoto

Principio de Arquímedes

Introducción teórica

Has intentado alguna vez empujar una pelota inflable debajo del agua en una piscina? Esto es muy difícil, debido a la gran fuerza hacia arriba ejercida por el agua sobre la pelota. Esta fuerza es llamada EMPUJE.




Principio de Arquímedes: Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido es empujado hacia arriba por una fuerza igual al peso del fluido desplazado.

$E + F_k = P$


Con

$E = \rho_{liq} g \cdot V_{desplazado}$


y

$P = m \cdot g = \rho_{cuerpo} g \cdot V_{cuerpo}$

FIGURA 6. Introducción Teórica del Laboratorio Remoto



Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías-UNSE
Departamento Académico de Física
Laboratorio de Física



Realización de la práctica

Trabajaremos con los **tubos 4 y 8**, para ello debes esconder los otros tubos clickeando en el botón con el respectivo nombre en la barra superior, de manera que sólo los números 4 y 8 queden verdes.

Antes de realizar el experimento responde las siguientes preguntas (no importa que luego no coincidan con los resultados del experimento), trata de justificar tu respuesta, de manera intuitiva:

- a. Comparando las masas de ambas bolas, cuál debería hundirse y cuál flotar?
- b. Comparando los volúmenes de ambas bolas, cuál debería hundirse y cuál flotar?

Ahora realiza el experimento, de manera que las bolas caigan dentro de los tubos con agua. Se cumplió aquello que contestaste en el punto anterior? No? Intentemos averiguar por qué. Para ello:

- a. Hacer un diagrama de cuerpo libre de cada bola, antes y después de soltadas las bolas en el líquido.
- b. Calcular el volumen de agua desplazado por cada bola (prestar atención a si la bola está totalmente sumergida o no).
- c. Calcular el valor de la fuerza EMPUJE.
- d. Calcular la densidad relativa de cada bola.

¿Qué es el volumen desplazado y cuál es la relación con el volumen de la bola?

¿Cómo varía el EMPUJE? De qué depende?

¿Hay EMPUJE en el aire?

¿Por qué la mayoría de los cuerpos no flotan en el aire?

Busque ejemplos de su vida cotidiana donde se vea la aplicación de este principio.

Nota: el "peso de la bola" en realidad es la lectura de un dinamómetro, o sea que si al soltar la bola en el agua existe ese valor positivo, quiere decir que hay una tensión actuante. Puede ocurrir que dé valores negativos, en este caso esperar un poco hasta que se establezca el valor en un dato positivo. Si la bola queda flotando puede tomarse este dato como nulo.

FIGURA 7. Realización de la Práctica

C. Tareas de evaluación de la práctica: Entrevistas

Una vez presentados los informes, y a modo de cierre de la experiencia, se les realizó una entrevista a los alumnos, detallada individual y oral para saber el grado de dificultad sobre el acceso a la plataforma, o sobre algún inconveniente que se hubiera presentado antes, durante o después de realizada la experiencia desde sus casas.

Las preguntas sobre las cuales se trató la entrevista fueron:

- Presencia o no de dificultades técnicas (¿se pudo acceder a la página del laboratorio? ¿Se recibió la información por mail?)
- Necesidad de asistencia de los docentes (¿las instrucciones fueron claras?, necesitaron la casilla de mail para consultar al docente?)

- ¿Los plazos de entrega fueron suficientes?
- Evaluación de la experiencia de laboratorio en sí (ventajas y desventajas)
- Algún otro aporte que quisieran hacer.

Por otro lado, los docentes nos reunimos para hacer la metaevaluación del proceso.

5 | RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados de la experiencia fueron los siguientes:

- De los 22 alumnos que recibieron las instrucciones para realizar el laboratorio remoto, 14 presentaron sus informes (un 63%), de los cuales el 50% lo realizó en forma extemporánea (fuera de término).
- De la evaluación de los informes de laboratorio se desprende que los mismos son originales, y están redactados con un buen nivel académico (recordemos que estos alumnos tenían una cierta experiencia en redacción de informes de laboratorio, puesto que esta era la segunda materia en la cual los realizaban).
- De las entrevistas (18) se desprende que ninguno tuvo problemas para acceder a la plataforma, en cuanto a problemas de conexión o interpretación de las instrucciones de acceso que eventualmente se les envió.
- Manifestaron que el plazo impuesto por el equipo docente fue suficiente, aunque algunos no cumplimentaron en tiempo la presentación del informe, debido a la superposición de parciales.
- No necesitaron apoyo de los docentes (se recibió solo una consulta en la casilla de mail).
- Como ventajas manifestaron la posibilidad de hacerlo en el tiempo en que ellos estaban disponibles, la posibilidad de repetir la experiencia, esta experiencia se repetía y se mantenían los datos, algunos manifestaron que fue un trabajo tedioso y que preferían las clases presenciales, aunque era un buen recurso complementario.
- En cuanto a los docentes, la totalidad del equipo manifestó cierta insatisfacción porque la experiencia de laboratorio remoto seleccionada (dentro de LabsLand) no permitía una mejor explotación didáctica. Si bien el tema era justo, el diseño de la experiencia no permitía una buena exploración del tema, difícil de trabajar, rígido, inflexible (algunos elementos a calcular, como por ejemplo la densidad o el volumen de la bola, ya se mostraban, con lo cual solo quedaba verificar valores). No obstante, la puesta a práctica de éste fue óptima, de tal forma que alienta al equipo a preparar el terreno para avanzar sobre experiencias remotas superadoras en tiempo diferido y real.

6 | CONCLUSIONES

- El equipo docente avanza en la apropiación de competencias digitales necesarias para la realización de este tipo de actividades, para mejora de la calidad de aprendizaje.
- Se observó la conveniencia de realizar las próximas experiencias en un aula virtual (ya en los cursos de las extensiones áulicas), donde la totalidad de los alumnos se beneficien de las consultas de los otros, se pueda compartir material, se controle la participación de cada uno de los alumnos, etc.
- Se consideró necesario que el equipo docente seleccione una experiencia de laboratorio más rica en conceptos y que permita mayor elaboración de parte de los alumnos.
- Esta experiencia favoreció la realización de informes originales (en este caso se pidió informes individuales, pero podrían haber sido grupales), ya que el hecho de manejar sus propios tiempos y poder repetir la experiencia cuantas veces sea necesaria, permitió que se tomaran los datos correctos sin apelar a la copia de informes.
- Es una experiencia extrapolable tanto a otros niveles dentro de la carrera, como a otras carreras en otros lugares de dictado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ingeniero Carlos Mariano Olivares y a la Licenciada Claudia Visñovezky por su invaluable apoyo en la realización de esta experiencia.

REFERENCIAS

Anriquez C. B., Figueroa S. y Godoy C. E. (2016) **Análisis de una experiencia innovadora en la enseñanza de la física utilizando WEBQUEST**. ISBN: 978-987-1676-63-7. V CAIM.

Arguedas Matarrita C. y otros (2016) **El uso de un Laboratorio Remoto de mecánica en la enseñanza de la física en dos modalidades de educación superior**. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 28, No. Extra, Nov. 2016, 305-312.

Arguedas Matarrita C., Concarí S. B. (2016) **Laboratorios remotos para la enseñanza de la física: características tecnológicas y pedagógicas**. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 28, No. Extra, Nov. 2016, 235-243.

Invitación a Facultades de CONFEDI para participar del Proyecto Erasmus VISIR+. – Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República Argentina – 2016.

<http://www.frn.utn.edu.ar/noticias/Convocatoria%20Participacion%20ERASMUS%20VISIR+%20%20CONFEDI%202016.pdf>

Olivares, C. M., Juárez, C. R., (2016) **Desarrollo de experiencia de cinemática para laboratorio remoto en el área de física básica**. ISBN: 978-987-1676-63-7. V CAIM.

MEDICIÓN DE PROPIEDADES MECANO-ELÁSTICAS (DENSIDAD Y GROSOR) EN PLACAS DELGADAS CON USO DE EFECTO FOTOACÚSTICO

Data de aceite: 04/07/2022

Nestor Antonio Flores Martínez

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
Universidad Autónoma de Nuevo León
Guadalupe, Nuevo León, México

Valentín Guzmán Ramos

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
Universidad Autónoma de Nuevo León
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

Ricardo Chapa García

Universidad Tecnológica General Mariano
Escobedo
Monterrey, Nuevo León, México

José Valentín Guzmán González

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
Universidad Autónoma de Nuevo León
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

Efraín Ibarra Jiménez

Tecnológico Nacional de México, Instituto
Tecnológico de Durango
Torreón, Durango, México

RESUMEN: Se describe de forma breve la interacción entre ondas electromagnéticas, mecánicas y sonido debido a una perturbación de un cuerpo por transmisión de energía. Las funciones para diferentes condiciones del experimento se muestran en gráficas. Solo algunos datos aparecen en las tablas. Se obtuvieron cientos de datos durante el experimento, debido a los tiempos para cada prueba, con un máximo de un minuto entre

cada prueba de 30 segundos, para no agotar la elasticidad de la membrana del micrófono receptor. Con la inclusión de la ley de Hooke para una membrana delgada que vibra sin deformarse, se llegó a una modificación de la ecuación diferencial del modelo de cuerno acústico cuya solución y desarrollo están comentados en algunas secciones. La perspectiva de la utilidad de la fotoacústica unida a su porqué, su cómo y aplicación, se muestran en este trabajo a través de correlacionar la simulación, el experimento y el análisis matemático de un modelo en particular. **PALABRAS CLAVE:** Efecto fotoacústico; hoja metálica; densidad; grosor; Ley de Hook; láser rojo.

ABSTRACT: This work shows math analysis of interaction for electromagnetic, mechanics and sound waves due to an energy transmission on a thin plate like body. Graphs correspond to some functions about different experimental conditions. Tables present some of hundreds of measured data. Those values come from multiple experiments of 30 seconds each, with a relaxing time of one minute. More than that use generate a loss of homogeneous elastic behave on microphone. Based on varying-cross sectional area rod differential equation, with known answer, emerges a new differential equation including a Hooke's law type element. According to use of thin metal plate sheet. This paper is a general perspective about photoacoustic effect use on industry, how to improve it and advantages. All through simulation of differential equation, experimental data and math analysis for our particular model.

KEYWORDS: Photoacoustic effect; metal plate sheet; density; thickness; Hooke Law; red light laser.

1 | INTRODUCCIÓN

Las perturbaciones y ondas se encuentran en los fenómenos de la naturaleza. Se hace necesario conocer la forma en que estas interactúan. La fotoacústica está generando un mayor interés debido a su utilidad para el análisis de propiedades mecano-elásticas, mecánicas y visco-elásticas de materiales y en comunicaciones.

Se tiene como tendencia el uso de láseres de alta potencia ($> 1W$) y láseres concentrados, como se reporta en la literatura. En contraste con esto, se trabajó con un diodo láser de baja potencia (50 mW) para generar el fenómeno fotoacústico. Durante las pruebas se utilizó un sistema dual de micrófonos en donde uno genera una señal de 40 kHz como referencia y el otro, mide el efecto producido en el objeto por interacción del láser. Diodo láser de una longitud de onda de 650 nm. Situado por encima de los micrófonos, al centro y apuntando hacia la placa metálica con un ángulo no mayor a 15 grados.

Se aprovechó la simetría en cuanto al arreglo. Considerando que la luz genera una ligera presión sobre la placa [LANDAU Y LIFSHITZ, 1963, RANDALL, 2005, ELMORE, HEALD, 1985], una compresión que después se interrumpe. Este ciclo de presión-relajación descrito por ley de Hooke genera una onda sónica de baja intensidad que provoca una alteración en la referencia (fase y amplitud).

2 | ANÁLISIS MATEMÁTICO

Usando sistema dual de micrófonos (forma cilíndrica, modelo HC-SR04 [HARDWARELIBRE]) con el rayo sónico con la señal de referencia ultrasónica de 40 kHz. Para el análisis de la respuesta del efecto fotoacústico se utiliza un sistema coordinado cuyo origen está en el centro simétrico del HC-SR04. Ambos micrófonos tienen un diseño con inclinación de 15 grados orientados hacia el eje central. Equidistantes con el punto de origen.

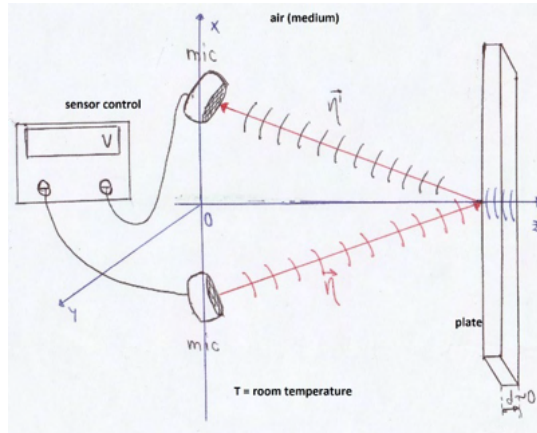


Figura 1. Bosquejo para determinar el diagrama de fuerzas y la dinámica de la onda.

Para la onda viajera de ultrasonido, se considera que las variaciones de densidad son suficientemente pequeñas en el modelo matemático, permanece constante. Se hace el análisis usando de referencia el eje principal. Para las perturbaciones en el medio, hay pequeños corrimientos de fase y cambios de intensidad. El HC-SR04 permanece en funcionamiento durante las pruebas, de manera que se desprecia el decaimiento de la señal acústica en el tiempo.

Las consideraciones pertinentes para el análisis del fenómeno son:

- No hay gradiente de presión en la zona de las pruebas.
- No hay variaciones de temperatura debido al fenómeno [WILEY, RANDALL, 2005, NAVARRO].
- El grosor de placa es despreciable con respecto a su extensión: se considera al cuerpo como una membrana vibrante.
- Se consideran las densidades del cuerpo como del medio, constantes.
- Se trabaja bajo el supuesto de un grosor promedio de la membrana.

Con el diagrama de fuerza se genera una ecuación a partir de la tercera ley de Newton, con la acción de la perturbación del aire, la respuesta de la placa delgada y la resistencia de micro gotas de agua en el medio. Se considera que el aire y vapor de agua funcionan como fuerzas generadoras de la perturbación:

$$F = YS \frac{\partial \eta}{\partial r} + \Delta r S \mu \omega \frac{\partial \eta}{\partial r} \quad (1)$$

Cuyos parámetros son: módulo de Young (Y), sección transversal (S), viscosidad dinámica del líquido (μ , agua para este caso), frecuencia angular de vibración respuesta (ω), la función que describe la perturbación (η).

Condición de equilibrio: Se considera que el aire reacciona a las compresiones por la membrana. Esta fuerza de reacción se relaciona con una pseudo aceleración, y un término que describe el efecto de ley de Hooke:

$$F_r = \rho_0 S r \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} - (-Y' dr \cos \omega t) \quad (2)$$

No se trata de una interacción cuerpo-a-cuerpo per se. En cambio, se analiza el cambio de las fuerzas en la zona de contacto, correspondiente a la sección transversal de la perturbación acústica. En un símil a la tercera Ley de Newton:

$$S \frac{\partial^2 \eta}{\partial r^2} (Y + \Delta r \mu \omega) = \frac{\partial F}{\partial r} = \frac{\partial F_r}{\partial r} = \rho_0 S \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + Y' d \cos \omega t \quad (3)$$

Dicha ecuación corresponde a los cambios tangenciales de la perturbación. Con algebra, despeje y renombrando constantes, se llega a la ecuación diferencial:

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial r^2} = \frac{1}{(1 + \alpha)c^2} \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + \frac{\beta D}{(1 + \alpha)} \cos \omega t \quad (4)$$

Donde las constantes y parámetros de utilidad son:

- $c = \sqrt{Y/\rho_0}$ velocidad de la perturbación, descrita por el módulo de Young y densidad del aire a 20 °C
- $\alpha = \omega/\alpha$ factor de atenuación de la viscosidad
- $\alpha = Y/\mu$
- $\beta = Y'/Y$ constante sin unidades, establece el límite útil del modelo
- $D = d/S$

Se propone una solución a través del método de separación de variables:

$$\eta(r, t) = f(r)T(t) = f(r) \cos \omega t \quad (5)$$

Y con su sustitución en la ecuación diferencial se tiene:

$$\frac{d^2 f}{dr^2} + \frac{\omega^2}{(1 + \alpha)c^2} f = \frac{d^2 f}{dr^2} + k_1^2 f = \frac{\beta D}{(1 + \alpha)} \quad (6)$$

Considerando el término $\beta = (Y'/Y)$, como un límite a dicha teoría establecida en el trabajo solo se puede tener una variación de unos cuantos ordenes de magnitud, entre un módulo de Young y el otro. Si $Y' \gg Y$, β tiende a infinito, por consiguiente, también la función, algo físicamente imposible. Si $Y \gg Y'$, β tiende a cero, entonces el pulso acústico solo podría existir si la amplitud inicial es muy grande, es decir, para una fuente láser de alta potencia.

Un análisis de unidades del término de ley de Hooke, $F_{\mu} = -Y'dr$, muestra que $Y'd$ tiene

unidades de constante de resorte. La expresión de amortiguamiento, [MILNE-THOMSON, 2011, MORFEY, SOROKIN, GABARD, 2012], no se puede despreciar incluso si el nivel de humedad relativa es pequeño. Se busca demostrar que el análisis matemático es válido para condiciones con un nivel de humedad diverso.

La ecuación diferencial homogénea de una onda en una barra de densidad constante y sección transversal variable [ELMORE, HEALRD, 1985], muestra una similitud con la establecida previamente:

$$\frac{d^2 f}{dr^2} + k_1^2 f = \frac{d^2 f}{dr^2} + \frac{k^2}{(1 + \alpha)} f = 0 \quad (7)$$

El análisis físico requiere la solución senoidal. Para el caso de la ecuación diferencial no homogénea, se recurre a la integral de Green [BUTKOV, 1973]:

$$f(r) = \int_{r_0}^r G(r'; \xi) f'(\xi) d\xi = \int_{r_0}^r \sin k_1(\xi - r) d\xi = - \int_0^r \sin k_1(r - \xi) d\xi \quad (8)$$

Cuya solución (para el caso en que $r_0=0$) no tiene componente complejo:

$$f(r) = \frac{-A\beta D}{k} (1 - \cos k_1 r) \quad (9)$$

$$A = - \frac{\sqrt{1 + \alpha}}{k} \quad (10)$$

Se requiere una corrección para coincidir con los datos experimentales. Por condiciones del sistema de toma de datos, la amplitud inicial se considera constante, con $A_0=5V$. Se tiene que la función solución consta de dos partes, una para el caso en que no hay oscilación armónica en la membrana, como se muestra:

$$\eta(r, t) = A_0(1 - \cos k_1 r) \cos \omega t \quad (11)$$

Un cuerpo sólido perfecto, se conoce como cuerpo rígido. Esta placa, a diferencia, reacciona con una vibración en la zona cercana al impacto de la señal de referencia. Una vez que el HC-SR04 manda otro pulso, se tiene un tiempo breve para que la membrana se relaje antes de volverse a compactar. Estas vibraciones armónicas dependen de las características del medio y la placa.

La resonancia se presenta en algunos materiales cuando su extensión es debidamente larga o cuando su grosor es suficientemente pequeño. En este modelo es necesario considerar dicha resonancia. Se hicieron pruebas con placas metálicas delgadas (orden de mm). Considerando dicha resonancia cual un repetidor de frecuencia angular como parte del vector de desplazamiento. Los valores posibles para este factor son enteros positivos. La resonancia se puede detectar como resultado del camino de regreso, o parte del recorrido completo.

Supóngase que el factor de resonancia es:

$$\left(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 k}{\sqrt{1 + \alpha}}\right) = \left(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 \omega}{c\sqrt{1 + \alpha}}\right) \quad (12)$$

Con lo que se obtiene una función más precisa:

$$\eta = A_0 \left(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 k}{\sqrt{1 + \alpha}}\right) (1 - \cos k_1 r) \cos \omega t \quad (14)$$

Este factor de la resonancia (o repetidor de la amplitud) no desaparece si se sustituye la nueva función solución en la ecuación diferencial no homogénea. Donde dicho factor, predice una variabilidad de la amplitud medida.

Una vez establecida la solución, es necesario establecer la relación con las propiedades a medir. Si el cuerpo en estudio fuese un cuerpo rígido súper masivo, la señal de referencia haría el recorrido sin tener un cambio en amplitud. La placa en cuestión es un cuerpo que reacciona a la señal incidente generando una pequeña vibración en la zona, donde esta cambia la uniformidad de dicha señal recibida. Cambia la amplitud (aumentando o disminuyendo) de acuerdo a la vibración de la membrana.

Se puede aproximar que la distancia recorrida por la señal es equivalente a la separación del HC-SR04 con la placa y el grosor de la placa. Esta variación se da en términos de la señal original, A_0 y la medida, A_2 ;

$$d = \frac{c\sqrt{1 + \alpha}}{2\omega} \cos^{-1} \left(\frac{A_0 - A_2}{A_0}\right) \quad (15)$$

En el tiempo cero, el sistema permanece en equilibrio. Una vez que se enciende el HC-SR04, se genera una señal ante la cual, la membrana intenta oponerse en los intervalos de tiempo que no hay señal enviada (1 s entre pulsos). Se puede ver como dos resortes interactuando entre ellos (el medio y la placa delgada);

$$\eta_{r=d} \frac{YS\Delta r}{d} \cos \omega t = F_{aire} = F_{cuerpo} = (Y'd)d \cos \omega t \quad (16)$$

Si consideramos que $\Delta r \approx 1$ unidad, gracias a que la señal permanece casi constante, se reescribe la ecuación (16) de forma que se pueda despejar el módulo de Young correspondiente a la placa delgada;

$$Y' = \frac{\eta_{r=d} YS}{d^3} \quad (17)$$

Para poder medir la densidad de la placa, se recurre primero a su expresión simplificada:

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{m}{dS} \quad (18)$$

Desde el comienzo del desarrollo se estableció la interacción de dinámica de fuerzas con apoyo de las leyes de Newton. El término correspondiente a la aceleración viene de la idea que se trata de una barra que vibra (cilindro de aire) [7, 8]. Relacionando este concepto con la ecuación (18) se puede medir la densidad del cuerpo:

$$\rho = \frac{m}{dS} = \frac{F/a}{dS} = \frac{(Y'd)r \cos \omega t}{\left(d \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2}\right) dS} \quad (19)$$

Donde $\psi = A_0 \cos k_1 r \cos \omega t$, la densidad se despeja como:

$$\rho = -\frac{Y'}{S\omega^2 A_0 \cos k_1 r} \quad (20)$$

Si la señal medida por el HC-SR04 después del recorrido, tiene una relación con la frecuencia natural, se puede decir que el corrimiento de fase está relacionado con esta señal. Se puede conocer la frecuencia de resonancia natural, en el caso que se conozcan las características del cuerpo:

$$f(d) = A_0 \left(1 - \cos \frac{2(\omega - \phi)d}{c\sqrt{1+\alpha}}\right) = A_2 \quad (21)$$

$$\phi = \omega - \frac{c\sqrt{1+\alpha}}{2d} \cos^{-1} \left(\frac{A_0 - A_2}{A_0}\right) \quad (22)$$

3 I ENFOQUE NUMÉRICO

Se usó el método de resolución de ecuaciones numérica de Runge-Kutta de cuarto orden, para la ecuación diferencial radial, suponiendo una función temporal del tipo trigonométrica como se expuso anteriormente. La finalidad de conocer la solución radial pura es poder determinar cuan rápido decae la onda generada para las mediciones experimentales.

Para el código en MatLab (Licencia 40673431), se establece como aclaración lo siguiente:

- $k_1 = \frac{\omega}{c\sqrt{1+\alpha}}$ vector de desplazamiento, relacionado con la densidad.

Para el primero conjunto de simulaciones, se busca conocer que tan pronunciado es el cambio de amplitud de la onda generada en la placa, de acuerdo a la ecuación (6). Las condiciones pertinentes para la simulación y los parámetros fijos se mencionan a continuación:

- Rango de radio: 0 a 5
- M. de Young del aire [WIKIPEDIA]: 0.2 MPa
- M. de Young del acero [WIKIPEDIA]: 210 000 MPa
- Velocidad de sonido en el medio: 343 m/s (a 20 °C)
- Velocidad de onda inicial: 0 m/s
- Grosor de placa: 0.0001, 1.5
- Factor de reducción (alfa): 0.0001, 1, 15
- Frecuencia de pulso: 40 000 Hz

Las soluciones para la ecuación diferencial no homogénea son exponenciales, trigonométricas y/o superposiciones de estas. Pueden ser obtenidas por diferentes métodos de resolución analítica o numérica. También, dependiendo de condiciones frontera o de inicio.

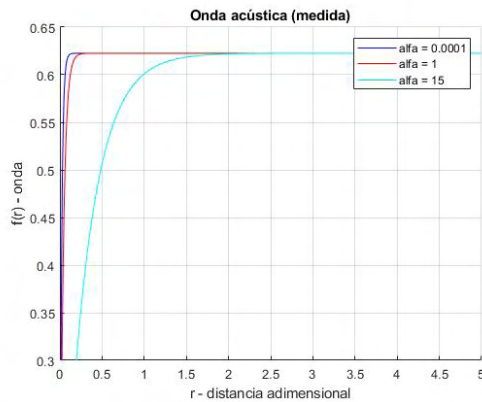


Figura 2. Función radial esperada para un grosor de 0.0001

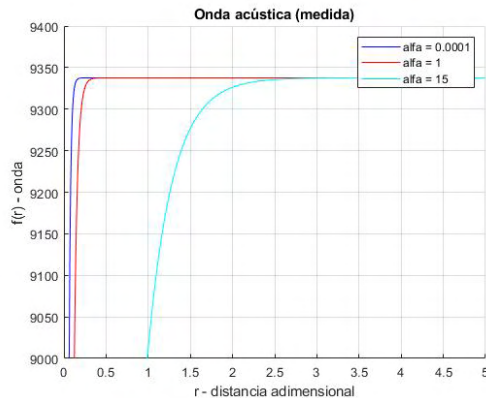


Figura 3. Función radial esperada para un grosor de 1.5

En las simulaciones realizadas, se obtuvieron funciones de tipo exponencial. Lo pronunciado en las gráficas cambia de acuerdo a los parámetros de grosor y el valor de alfa (relacionado con el amortiguamiento debido de la humedad relativa).

La señal recibida en el segundo micrófono, es una nueva función de tiempo, con un posible corrimiento de fase. La siguiente gráfica muestra el comportamiento de la señal en términos del tiempo y posibles fases, para valores de simulación: alfa = 1, grosor = 0.0001.

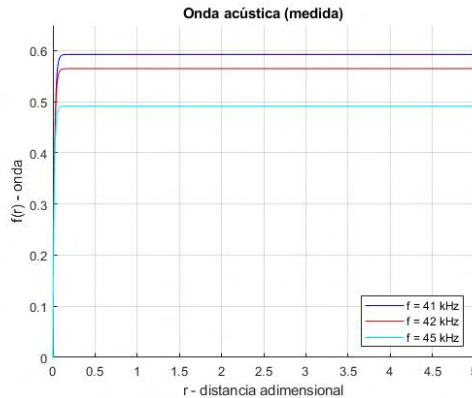


Fig. 5. Perturbación con su amplitud máxima para diferentes frecuencias de respuesta.

La gráfica obtenida muestra una función que parece incrementar hasta el infinito, esto se debe a que la ecuación diferencial como la solución, son válidos para la zona del fenómeno fotoacústico y no se tienen condiciones de amortiguamiento debidas a la pérdida de homogeneidad de acuerdo al aumento de temperatura o de la fricción que el gradiente de temperatura usada y las condiciones del medio. En condiciones controladas, el modelo es una buena aproximación para sistema de control de calidad en una empresa para un medidor ubicado cerca de la línea de producción.

4 | RESULTADOS Y TRATAMIENTO DE DATOS

Sin un circuito con filtrado de ruido apropiado, el sonido de fondo está presente en la señal medida. Para cada intervalo de tiempo, la amplitud registrada tiene un ruido debido al diseño del circuito y ruido dispersivo debido a que la señal ultrasónica se debilita a causa de la potencia. Aun si se considera que el gradiente de temperatura no forma parte del fenómeno simplificado estudiado.

Para hacer una clasificación apropiada de los datos medidos, se debe tener primero un registro del ruido electrónico como el ruido de fondo del medio gaseoso. Sin la presencia de la fuente láser. Cuidando que cada registro de ruido como las mediciones experimentales, tuvieran la misma temperatura ambiente (295.15 K) y presión atmosférica

(alrededor de 101 355 Pa).

En el caso del registro de ruido como el registro de datos experimentales se calcularon los promedios temporales. A considerar en el fenómeno estudiado tres tipos de perturbaciones: el ultrasonido incidente en el cuerpo, la resonancia del cuerpo y el efecto de ley de Hooke debido al láser. Posteriormente, con dichos registros se calculan los datos de los parámetros medidos.

De la ecuación (12) se obtienen las relaciones entre las amplitudes medidas como las de referencia, para el análisis de los datos. Dentro de las pruebas realizadas, se trabajó brevemente con cartón delgado debido a su importancia en la industria papelera y su aplicación para una empresa mexicana. Sin embargo, este último material es desconocido en sus componentes básicos.

En la tabla siguiente, aparece el término “factor de corrección”, que es el coeficiente numérico requerido para los valores de amplitud en que se satura el sistema del micrófono. Del factor de repetición en la ecuación (15) se puede hacer un despeje de la señal alterada con respecto a la superposición de ondas de la señal base con el ruido de fondo y el ruido del HC-SR04. Ahora, en la siguiente tabla se muestra el “% de interacción”, o bien, el nivel de resonancia (12) encontrado para una señal medida y para ciertas placas. Y posteriormente se muestran los datos obtenidos experimentalmente con su error relativo, calculado como sigue:

$$error = \frac{|v_{teórico} - v_{experimental}|}{v_{teórico}} \times 100\% \quad (23)$$

Grosor real (mm)	Material	Amplitud medida (A_2)	Factor de corrección	Amplitud sin resonancia	Densidad teórica (kg/m ³)	Módulo de Young reportado (MPa)
1.900	Acero	16.3	6.590449	9.709551	7 850 [WIKIPEDIA]	210 000 [BUTKOV]
1.800	Cartón	13.1	9.519534	3.580466	Desconocido	Desconocido
0.650	Acero	2.06896552	Ninguno	2.06896552	7 850	210 000
0.610	Acero	2.69230769	0.732272	1.96003569	7 850	210 000
0.406	Acero	10.222222	10.98408157	0.76185957	7 850	210 000
0.305	Acero	6.78571429	7.322721	0.53700671	7 850	210 000

Tabla 1. Valores de referencia para las comparaciones y cálculo de error.

Frecuencia angular	251 327.4123 Hz	Velocidad del sonido	343 m/s
viscosidad,	1002 $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$ (agua)		
n, m	Factor (vector de desplazamiento)	Factor (frecuencia para la resonancia de la onda)	% interacción
1	0.732272	502 654.8246	(aprox.) 0
2	2.929088	753 982.2369	50
3	6.590449	1 005 309.649	66.66667
4	11.71635	1 256 637.061	75
5	18.30680	1 507 964.474	80
6	26.36180	1 759 291.886	83.33333
7	35.88133	2 010 619.298	85.71429
8	46.86541	2 261 946.711	87.5
9	59.31404	2 513 274.123	88.88889
.....

Tabla 2. Algunos de los factores de resonancia que surgieron en los datos experimentales.

Se muestra una breve descripción de cada factor involucrado en el análisis:

- Dejando de lado la composición atómica y estructura cristalina de los cuerpos, en este caso, de acuerdo a las dimensiones, se considera a la placa delgada un cuerpo unitario. Esta percibe la perturbación como una onda que viaja por dentro de ida y vuelta. Válido solo para ciertos rangos de tiempo de respuesta y de interacción, propios para cada material. Con esto, se obtiene el factor de vector de desplazamiento mencionado, como la cantidad de veces que la onda “rebota” dentro de la placa:

$$n^2 k_1 = \frac{n^2 k}{\sqrt{1+\alpha}} = \frac{n^2 \omega}{c\sqrt{1+\alpha}} \quad (24)$$

- En otros casos, si consideramos la estructura molecular y/o atómica, de forma que se puede tener una resonancia en la membrana. Cada partícula tiene su valor propio de vibración, y en la interacción de los átomos conformando el objeto se tiene una frecuencia de resonancia propia para el material. Sin conocer los valores de resonancia del material, se puede suponer que la señal del HC-SR04 tiene un tiempo efectivo en la placa, para que se sume la señal original y se puede conocer este factor a través de: $n\omega=(1+l)\omega=\omega+l\omega$.

Grosor real (mm)	A_2 (sin resonancia)	Grosor medido	% error	Módulo de Young ($\sim 10^{11}$ N/m ²)	% error	densidad, ρ	% error
1.900	9.709551	1.911222209	0.5906	0.4281949543	FR	1559.314219	FR
1.800	3.580466	1.752098776	2.6612	0.2049461403	Desconocido	746.3316148	Desconocido
0.650	2.06896552	0.644455345	0.8530	2.379856174	13.3265	8666.481344	10.4010
0.610	1.96003569	0.625921228	2.6100	2.254558132	7.35991	8210.196147	4.5885
0.406	0.76185957	0.381891827	5.7057	4.211431912	FR	15336.34532	FR
0.305	0.53700671	0.319361995	4.7088	5.075817082	FR	18484.0893	FR

Tabla 3. Medición de los parámetros y cálculo del error relativo. RF = Fuera de Rango

Grosor real (mm)	Amplitud (medida)	Factor de resonancia	Frecuencia de resonancia medida	Factor de repetición interna
0.406	10.222222	6.590449	- 298 552.8171	1.175587832
0.305	6.78571429	2.929088	- 502 667.3546	2.000049855
0.203	2.894736842	Ninguno	- 709 162.0716	2.821666229
0.152	20.27586207	18.306800	- 786 830.7529	3.130700059
0.102	3.344262295	0.732272	- 1 553 707.389	6.182005277

Tabla 4. Análisis de datos para factores de repetición relacionados a valores de vibración.

Con estos datos se puede concluir la solución para el análisis de propiedades:

$$\eta(r, t) = \begin{cases} A_0(1 - \cos k_1 r) \cos \omega t; & \text{sin resonancia} \\ A_0 \left(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 k}{\sqrt{1 + \alpha}} \right) \left(1 - \cos \frac{m\omega}{c\sqrt{1 + \alpha}} \right) \cos \omega t; & \text{resonancia} \end{cases} \quad (25)$$

5 | TRABAJOS FUTUROS

El efecto de la ley de Hooke genera una perturbación que viaja por el cuerpo en todas las direcciones, dinámica que fue omitida en el análisis. Dichas consideraciones se deben incluir para trabajos futuros, junto como la posible deformación del cuerpo o compresiones que requieran un tiempo grande para recuperar su forma. A futuro se planea usar el tensor de estrés y deformaciones en alguna forma simplificada que involucre cuerpos isotrópicos, pero con medios anisótropos. Los elementos matemáticos que no se han considerado sobre deformaciones que evolucionan con el tiempo o variaciones en sistemas casi reales de la densidad, son parte del siguiente escalón.

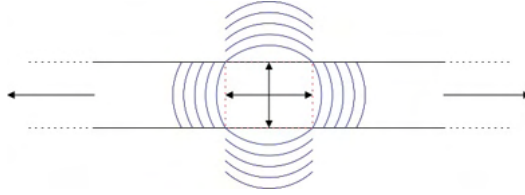


Figura 5. Corte transversal de la estructura de la placa metálica. Representación básica del efecto de la ley de Hooke propagándose en las direcciones posibles.

¿En qué nivel se induce la resonancia en el efecto fotoacústico? Con la luz interactuando con el metal, ¿toma importancia el efecto de *skin depth*? ¿Qué ocurre cuando hay una polarización del medio? Todas estas son cuestiones que se deben responder en trabajos futuros. Incluyendo el uso de un modelo matemático más completo que pueda prever ciertas condiciones como la falta de simetría, la resonancia o materiales que no son tan rígidos.

6 | DISCUSIÓN

La física permite conocer ciertas condiciones del efecto fotoacústico que no aparecen en estas simulaciones. La experiencia muestra que una señal acústica eternamente creciente no existe. Conforme una onda acústica evoluciona en el tiempo, se genera un gradiente de la densidad y un cambio de la temperatura, disminuyendo la primera, dificultando la posibilidad de propagación de un sonido (incluso ultrasonido o infrasonido).

No hay forma de estudiar el efecto fotoacústico en su totalidad con unas cuantas simulaciones sobre una ecuación diferencial homogénea. Por su complejidad requiere simulaciones y estudios de los efectos internos, el gradiente de temperatura de la placa, adherencia de la humedad, la importancia de los eigenvalores y las posibles deformaciones.

Otros de las consideraciones necesarias, es el estudio de los tipos de ruido que están involucrados y como se puede analizar estos. Incluso ver si los tipos de ruido pueden ser eliminados sin perder información. Incluso considerar el ruido de Johnson como parte del fenómeno y no solo hacer pruebas con variaciones pequeñas de temperatura.

La evolución de la función en el tiempo y la distancia, nos da información sobre el sistema como algo libre de restricciones. Es de gran importancia conocer el valor de distancia límite del cambio significativo de la presión, alterando la densidad, la viscosidad o ambas. Con eso se puede tener un análisis no limitado a casos adiabático e isotérmico.

Se demostró que los factores de resonancia y de repetición son importantes en la caracterización de metales por efecto fotoacústico. Datos experimentales muestran un error relativo considerablemente pequeño. Para conocer los valores precisos de n , m se requiere establecer un nuevo modelo matemático o un conjunto de experimentos en que se conozcan las propiedades de las placas. Para placas muy delgadas, el factor de resonancia

es mayor.

REFERENCIAS

Wiley editorial. **Appendix C. Physical properties of water.** Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118131473.app3/pdf>

BUTKOV, E. **Mathematical Physics.** New York: Addison-Wesley Publishing Company, St. John's University, 1973, 154-156, 291-294, 503-543 p.

ELMORE, W. C., Heald, M. A. **Physics of Waves.** 1era ed. New York: Dover Publications, 1985, 94-96, 104-106, 139-142, 152 p.

HardwareLibre. **HC-SR04.** Disponible en: <https://www.hwlibre.com/hc-sr04/>

LANDAU, L. D., Lifshitz, E. M. **Electrodynamics of Continuous Media.** New York: Pergamon Press, 1963, 69-72 p.

MILNE-THOMSON, M. **Theoretical Hydrodynamics.** 5a ed. New York: Dover Publications, 2011, 72-76 p.

MORFET, C. L., Sorokin, S. V., Gabard, G. The effects of viscosity on sound radiation near solid surfaces. **Journal of Fluid Mechanics**, año 2012, n. 690, p. 441-460. <https://doi.org/10.1017/jfm.2011.449>

NAVARRO. **Tema 6. Elasticidad.** Universidad de Almeria. Disponible en: <http://www.ual.es/personal/mnavarro/Tema%206%20%20Elasticidad.pdf>

RANDALL, R. H. **An Introduction to Acoustics.** New York: Dover Publications, 2005.

The Engineering Toolbox. **Metals and Alloys – Densities.** Disponible en: http://www.engineeringtoolbox.com/metal-alloys-densities-d_50.html

Wikipedia. **Constante elástica, Anexo: Constantes elástoplásticas de diferentes materiales.** Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Constante_elástoplásticas_de_diferentes_materiales

ELABORATION OF ANTISEPTIC GEL BASED ON CALENDULA OFFICINALIS AND TITANIUM OXIDE NANOPARTICLES DECORATED WITH SILVER

Data de aceite: 04/07/2022

Juan Manuel Padilla Flores

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Nanotechnology department
Cuitláhuac, Veracruz. México
<http://orcid.org/0000-0002-9038-2959>

José Ernesto Domínguez Herrera

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Nanotechnology department
Cuitláhuac, Veracruz. México
<https://orcid.org/0000-0002-0881-2500>

Vicente Rodríguez Gonzalez

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Advanced Materials Division
San Luis Potosí, San Luis Potosí. México
<https://orcid.org/0000-0003-1145-174X>

Emilia Olivos Lagunes

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Nanotechnology department
Cuitláhuac, Veracruz. México
<http://orcid.org/0000-0002-6722-1137>

Josué Uriel Montaña Martínez

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Bachelor student
Cuitláhuac, Veracruz. México
<http://orcid.org/0000-0001-8818-5270>

ABSTRACT: The nanometer size ($1 \times 10^{-12} \text{m}$) confers the ability to penetrate different biological membranes, increasing the effectiveness for the use of treatments and combat diseases. People are susceptible to presenting skin

infections that are derived from the increase in contaminating agents present in the environment and microorganisms, such as bacteria and fungi, which have direct contact with the skin. The goal of this paper is to develop an antiseptic gel based on *Calendula officinalis* extract and nanoparticles of TiO_2/Ag at 1 and 3%. TiO_2 was obtained by the photodeposition method to generate a synergy that increases its antimicrobial and fungicidal effects for its application. Titanium dioxide nanoparticles were decorated with 3% of their total weight in silver. Antimicrobial tests were performed in vitro media. The eradication of microorganisms was achieved, the gel presented antimicrobial activity, which is favored by increasing the concentration of nanoparticles and materials involved such as the extract of *Calendula officinalis* and TiO_2/Ag 3%.

KEYWORDS: Titanium oxide, antiseptic, *Calendula officinalis*, nanoparticles, in vitro media, silver.

INTRODUCTION

There are products developed based on innovation and application in different fields of research, most of these fields give way to involving emerging sciences, thus maintaining a constant evolution. Nanoscience and nanotechnology offer wide possibilities for new uses and applicable technologies. These nanomaterials are not exempt from maintaining a relationship with organic compounds, both in their possible synthesis methods and in their application, giving rise to possible products that

present economic and environmental advantages in their production. The problem that is planned to be solved is that people are susceptible beings to suffer from infections in our living tissue, since the skin is totally exposed to microorganisms that can be infectious. Whether it is an accident, insect bites, infected wounds, etc., the use of antiseptics is also required for clinical cases such as diseases and treatment of first-degree wounds.

Only in Mexico, there is a problem related to the epidemiology of wounds. The Ministry of Health, in 2018, mentioned the epidemiological characteristics and costs of wound care of the medical units and affected people in the area, because the price of antiseptics implies high costs for the treatment of acute and chronic wounds. It is estimated that 26.6% of the Mexican population has traumatic injuries and 23.4% corresponds to diabetic foot ulcers. Certainly, in cases of minimal severity, simple antiseptic treatments may be sufficient to meet the stated objective, although their costs in terms of quality-price should be mentioned. But, visualizing problems of greater difficulty, the application of antiseptics with a high bactericidal and fungicidal capacity is necessary. In addition, the need to generate products with these capabilities at a lower cost to allow their acquisition to a greater number of people.

Anjali John carried out a project together with his collaborators under the premise of green synthesis of silver nanoparticles using *Parkia biglandulosa* leaf extract as a reducing agent for antibacterial tests (Anjali John et al., 2021).

Within the process of testing and applying nanoparticles in the project, we find limitations, the main one of which is the current pandemic that prevents the development of the project as established by the scientific method. In addition to the difficulty of identifying the species of microorganisms growing in bacterial culture media.

OBJECTIVE

Prepare an antiseptic gel based on *Calendula officinalis* and TiO_2/Ag 1,2 and 3% nanoparticles to characterize the generate a synergy that increases its antimicrobial and fungicidal effects for its application.

EXPERIMENTATION

Materials

Silver nitrate (AgNO_3), and Titania P25 in form of powder was purchased from Sigma-Aldrich. carbomer homopolymer and Glycerol was purchased from MERCK. Leaves of *Calendula Officinalis* was collected to obtain the extract used in the experiment. Solvents as ethanol, triethanolamine with high purity (>98%), and hydrochloric acid (Purity: 36.5%-38%) was purchased from Sigma-Aldrich. Commercial *Calendula officinalis hydrolate from lowers of pant were used*.

Methods

Synthesis of TiO₂ nanoparticles decorated with silver.

Commercial TiO₂ P25 nanoparticles were used. 9.9 g of TiO₂ and 0.158 g of silver nitrate were deposited in 150 mL of ethanol and mechanically stirred for 15 min to obtain 1% of dissolution. Subsequently, the dissolution was placed in an ultrasonic bath for 5 min. Subsequently, the dissolution is irradiated by ultraviolet light (15W type A, 250 nm) for two hours. Afterward, the resulting material is placed on a rotary evaporator at 80°C and 40 RPM for 90 min. Finally, the resulting solution is placed in a muffle at 80°C for 12 hours. The same process was done to obtain the 3% dissolution modifying the silver nitrate concentration (0.368 g AgNO₃).

X-ray characterization

The X-ray diffraction characterization technique is a characterization technique that allows the study of crystalline structures of solid materials, both natural and synthetic. Its lattice parameters and crystal size are analyzed with a fine monochromatic X-ray beam, which is passed through the collimator system that falls on the sample. (Ramírez et al., 2013). X-ray diffraction was performed by Siemens D-5000 diffractometer with CuK α 1 radiation and monochromator graphite beam. Intensity was measured by scanning in the 2 θ range between 10° and 70°.

FTIR characterization

To study possible structural changes in the material, infrared attenuated total reflectance was performed with a FTIR-ATR Nicolette Avatar 360 spectrometer.

SEM characterization

Cuenta 250 scanning electronic microscopy was used with Energy dispersive spectrometer (EDS) detector. As the acceleration voltage 10 kV were used and the SEM images were taken from the secondary electron signal.

Preparation of alcohol-based gel (ethanol) and *Calendula officinalis*:

For the preparation of the gel, 90 mL of ethanol were placed in a large container that would allow the materials to be mixed correctly with a balloon. 0.70 g of carbopol was added by passing through a fine strainer and shaken vigorously. Once the incorporation of carbopol is observed, 0.25 g of pure glycerin are added and stirring is continued gently. When no lumps are seen in the mixture, add 10 mL of extract of *C. officinalis* while stirring gently and we proceed to add 1 mL of triethanolamine drop by drop without stopping stirring. The result was kept in a cool and dry place.

Incorporation of TiO₂/Ag 3% nanoparticles to the gel:

Three 50 mL samples were separated to incorporate the nanoparticles. The amounts

of TiO₂/Ag 3% nanoparticles were weighed, and 0.0125 g (Concentration of 0.25 g/L) was added to the first sample, in the second sample 0.025 g (Concentration of 0.5 g/L) was added and in the third 0.05 g (Concentration of 1 g/L) was added. For its incorporation into the gel, when added, it was started by stirring with a sterilized stirrer until a homogenized mixture was obtained, and then it underwent a sonication process for 20 minutes. The color of the gel change from orange to pink as concentration increase.

Preparation of bacterial culture media:

The preparation of the growing medium consists of dissolving the thermolabile substances in distilled water following the instructions, sterilizing them by filtration and adding them to the rest of the components after they have been previously sterilized in an autoclave and cooled to room temperature or 40- 50 °C in the case of media with agar. Before sterilization, the liquid medium are divided into the appropriate containers, such as flasks. If it is a solid medium and it is to be distributed in tubes or flasks, it will be necessary to melt the agar in a water bath or microwave oven. Once melted and homogenized, it is distributed hot to the tubes or flasks, covered, and sterilized in an autoclave.

Growing medium were cooled at room temperature (26° C and 28% humidity), until they acquired a gelatinous consistency. The Petri dishes are prepared by pouring the molten and sterile medium inside them and in a in an aseptic environment (for example, near the flame of a Bunsen burner), it is advisable to homogenize the medium during the operation to prevent the agar from settling at the bottom of the container.

RESULTS AND DISCUSSION

Synthesis of TiO₂ nanoparticles decorated with silver.

X-ray characterization:

X-ray diffraction was performed using a siemens D-5000 diffractometer with CuK α 1 radiation and a monochromator graphite beam. Intensity was measured by scanning in the 2 θ range between 10° and 70°. The resulting diffraction spectra of the samples show the characteristic peaks corresponding to the crystalline phases of anatase and rutile, characteristic morphologies of titanium oxide. With respect to the titanium and silver oxide coating, it was observed that the peaks are characteristic of materials with a particle size on the nanometric scale. As shown in the diffractogram in Figure 2, the sample of TiO₂ nanoparticles decorated with 3% silver showed the tetragonal anatase crystalline phase with its space group of I41/amd (141) and tetragonal rutile phase with its space group P42/mnm (136), with cubic silver with its space group Fm-3m (225). diffractogram with 1% concentration is not shown due to concentration is not detected by the equipment.

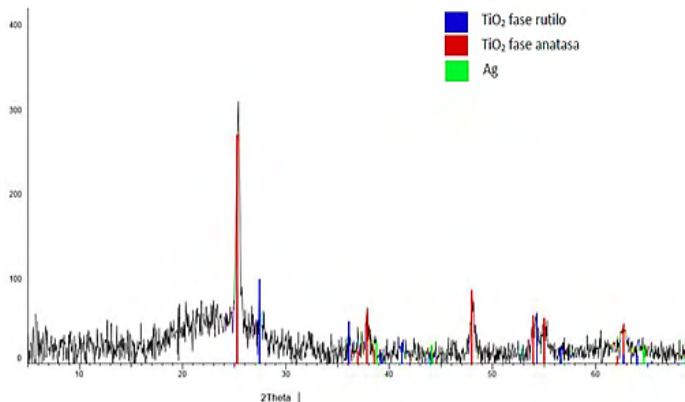


Figure 1. X-ray diffractogram of the TiO_2/Ag 3% nanoparticle sample.

FTIR Characterization

Figure 2 shows the FTIR spectrum of the comparison of the concentrations of titanium nanoparticles decorated with silver, at 1% and 3. The vibrational elongation in the O-H band at a wavelength of 3423 cm^{-1} is observed, it comes from the occluded water and is generated due to the bending vibration of the hydrogen atoms attached to the oxygen atoms, presenting in the two concentrations. On the other hand, OH groups linked to Ti atoms (Ti-OH) can also be seen, corresponding to 3662 cm^{-1} and 1659 cm^{-1} , which are the vibrations of hydroxyl groups, mainly in water adsorbed on the surface of Titania as can be seen in Ti-C catalysts in the band $1132\text{ cm}^{-1} - 1238\text{ cm}^{-1}$, in the wavelength 1392 cm^{-1} sulfate ions and Titania (Ti-O-SO) are observed, as in the wavelength at 890 and 450 cm^{-1} are assigned to the Ti-O-Ti groups, their separation wave is due to the asymmetric and symmetric sections, such as the absorption peak of the ethanol functional group at the wavelength 1091 cm^{-1} . It is observed vibration elongation bands and the reflection assigned to the C-H bond at 2926 and 1464 cm^{-1} respectively, coming from alkoxides that were used in the synthesis.



Figure 2. FTIR comparison of 1% and 3% concentrations.

SEM Characterization

In morphological analysis and EDS of the specimens, they show that the concentration of 3% presents a better dispersion on the surface of the substrate, the EDS analysis confirms that the silver is superficial. It is confirmed that at a concentration of 1%, silver is found in small proportions on the surface, causing the detector not to identify this material as Figure 3 shows.

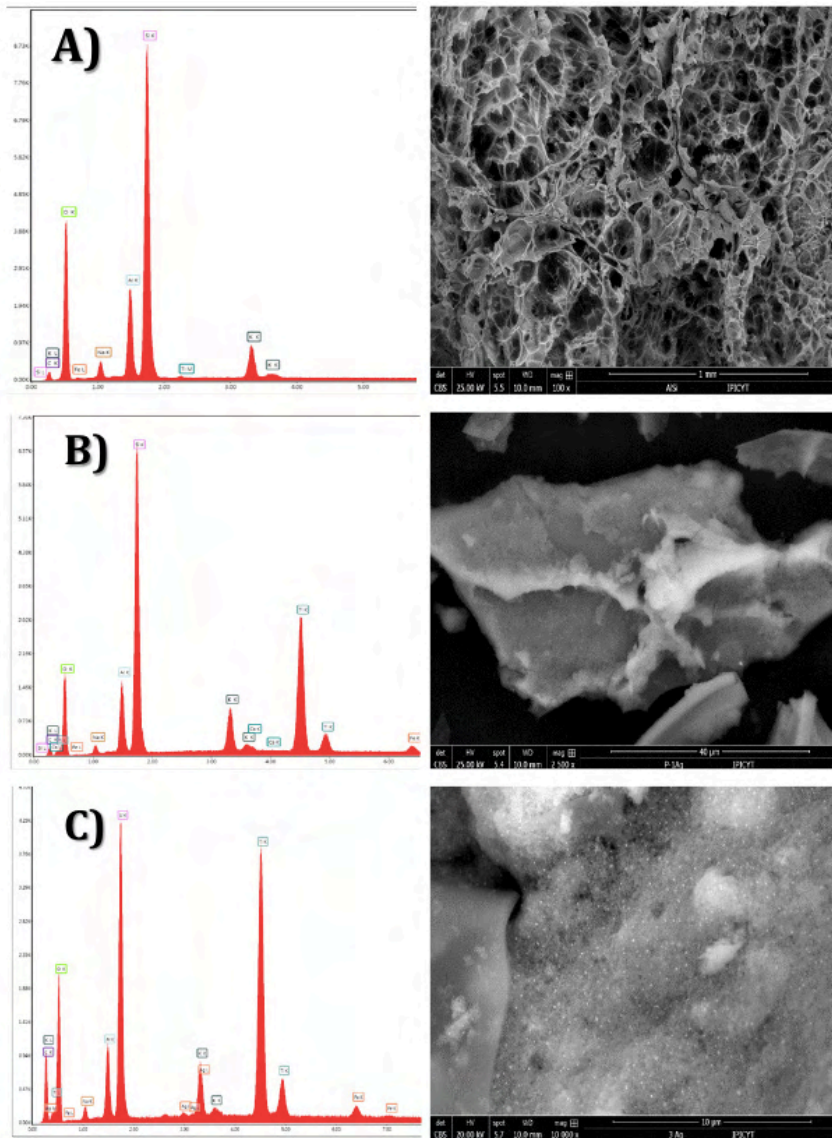


Figure 3. Microscopic analysis of the different concentrations A) reference sample, B) sample with 1% and C) sample with 3% of TiO_2/Ag

Antimicrobial test of the gel with incorporated TiO_2/Ag 3% nanoparticles:

For the *in vitro* tests, four media were used, which consist of one for each test of the concentration of TiO_2/Ag 3% nanoparticles that are 1 g/L, 0.5 g/L and 0.25 g/L, and a test of white gel, which consists of the preparation of ethanol-based gel without adding *C. officinalis* extract or nanoparticles. In the samples a marked difference can be seen between the tonality of the samples with the bioactive compound and the white, while between them the change in tonality is slightly perceptible.

The tests consisted in the bacterial colonies grew, a dose of gel (approximately 0.3g-0.5g) was added with a sterile filament in the center of the plate, and the diameter of the disinfected area measured in millimeters was constantly recorded. Table 1 shows the record of the disinfected area for each of the samples over time. The antiseptic gel without added compounds (Blank) exhibits an inhibitory activity derived from ethanol base against colonies grown on agar.

Sample concentration	Register of disinfected area (In mm)				
	Time	1 h	3 h	8 h	22 h
Blank		0.9 mm	1.5 mm	3.9 mm	7.8 mm
0.25 g/L		1.2 mm	2.3 mm	5.5 mm	9.3 mm
0.5 g/L		1.8 mm	2.8 mm	7 mm	13.5 mm
1 g/L		2.3 mm	3.5 mm	9 mm	15.5 mm

Table 1. Registration of the disinfected area by adding gel in different concentrations of TiO₂/Ag 3%.

The antiseptic gel contains 10% *Calendula officinalis* extract, and as the concentration of silver-decorated titanium oxide nanoparticles increases, the antimicrobial activity of the gel increases. This is due to the synergy that occurs between the antiseptic effects of ethanol, demonstrated in the first test, added to the effects of the *C. officinalis* extract and the TiO₂/Ag 3% nanoparticles.

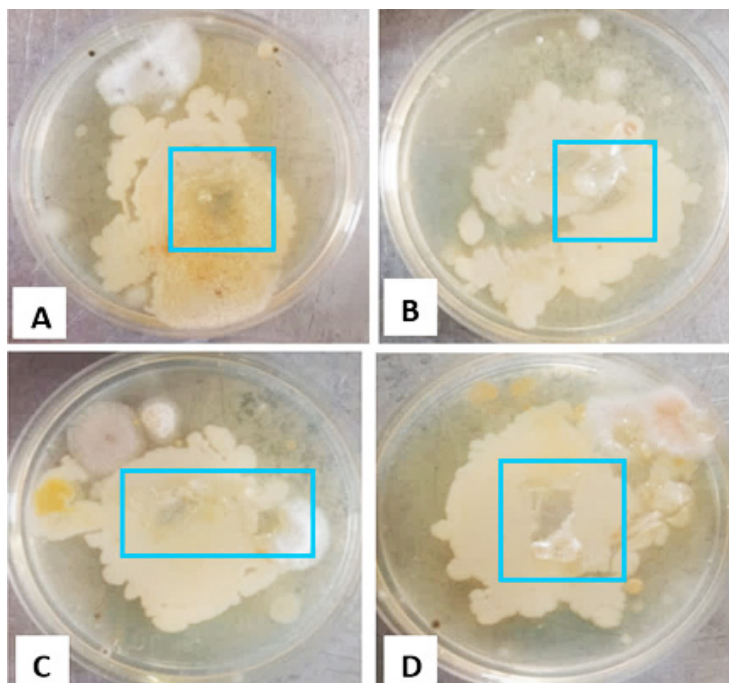
The total test lasted 22 hours, where all the tests were successful in eradicating the microorganisms, but it should be noted, the superior efficiency of the gel by incorporating the nanoparticles in the first hours of the test. Certainly, the best results were provided by the sample with the highest concentration, but seeing a simple relationship between results and concentration, the most effective sample compared was that of 0.5 g/L, considering a lower use of synthetic chemical compounds, benefiting both the biological and the economic part.

Figures 4A, B, C and D show the antimicrobial activity of the gel on the colonies presented in the petri dishes after the inhibition tests, and as recorded in Table 1, the disinfected areas are of different sizes depending on the concentration. The gel maintains a stable efficiency after several days of storage, since the *in vitro* inhibition tests were carried out one week after its preparation, which is an indication that, during its incorporation and storage, there was a dispersion of nanoparticles in the gel.

There is some irregularity in the shape that the disinfected area adopts, this is because the infusion of the antimicrobial product is not regular as disc infusions would be,

for example. It is because of this situation that the disinfected areas take on this appearance.

With these results and discussions, carried out under the premise of using a material such as titania (titanium oxide) on a nanometric scale and independent of its morphology, to be incorporated into a gel made from ethanol and *Calendula officinalis* plant extract, and carry out tests that subdue its qualities, it is possible to give way to the conclusions of this work.



Figures 4. Bacterial colonies after 22h of antiseptic test. Blank (A), 0.25g/L (B), 0.5g/L(C), 1g/L(D).

CONCLUSIONS

- The X-ray diffraction technique confirms the presence of TiO_2 in the anatase and rutile phase, and in the case of the catalyst with 3% by weight of silver, the presence of characteristic peaks for metallic silver.
- The TiO_2/Ag 3% nanoparticles maintain their properties within the gel based on alcohol and *Calendula officinalis* extract, and the nanoparticles did not present segregation within the gel.
- Based on the results of the inhibition tests, it is shown that the gel has antimicrobial activity, which is favored by increasing the concentration of nanoparticles, and due to the materials involved in the gel, such as *Calendula officinalis* extract and TiO_2/Ag 3%.
- There is a synergy between them that allows a greater efficiency of the final

product as the concentration of TiO₂/Ag 3% nanoparticles increases.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz (UTCV) for allowing the temporary use of the infrastructure with the necessary health measures.

REFERENCES

Gao, S., Zhao, I., Duffin, S., Duangthip, D., Lo, E., & Chu, C. (2018). Revitalising Silver Nitrate for Caries Management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 80. <https://doi.org/10.3390/ijerph15010080>.

John, A., Shaji, A., Velayudhannair, K., M, N., & Krishnamoorthy, G. (2021). Anti bacterial and biocompatibility properties of green synthesized silver nanoparticles using *Parkia biglandulosa* (Fabales:Fabaceae) leaf extract. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100112. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100112>

Liu, N., Chen, X., Zhang, J., & Schwank, J. W. (2014). A review on TiO₂-based nanotubes synthesized via hydrothermal method: Formation mechanism, structure modification, and photocatalytic applications. *Catalysis Today*, 225, 34–51. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2013.10.090>

Ramírez Olivares, M., García Patiño, J., Ortiz Islas, E., & López Goerne, M. (2013). *NANOMEDICINA CATALÍTICA: CIENCIA Y CÁNCER* (110-142). México: Arkhé Ediciones.

APLICACIÓN MÓVIL PARA DONACIONES A POBLACIÓN EN ESTADO DE VULNERABILIDAD CON DIFICULTADES EN ACCEDER A LOS CENTROS DE AYUDA

Data de aceite: 04/07/2022

Jennifer Catalina Murcia Rodríguez

Corporación Universitaria Minuto de Dios-
UNIMINUTO, Unidad de ingenierías
Bogotá, Cundinamarca-Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-1688-8775>
[https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/
visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_
rh=0001527474](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001527474)

RESUMEN: A nivel mundial y en especial países latinoamericanos a raíz de la pandemia por Covid-19, se mostró el verdadero panorama que enfrenta la población de escasos recursos, población que frente a una crisis sanitaria no cuenta con las condiciones necesarias para abastecerse, los gobiernos generan ayudas, pero éstas no llegan a la totalidad de las personas afectadas por este tipo de crisis u otras presentadas en los países. Estas ayudas son tanto económicas como subsidios solidarios hasta beneficios en alimentación, salud u otros servicios que aportan significativamente a la calidad de vida, pero no todos tienen acceso a esos aportes gubernamentales, la repartición de las ayudas se ha evidenciado por informes en medios de comunicación y entidades reguladoras, que aunque se manejan bases de datos para el control de entregas a las personas, en ocasiones se realizan parcialmente o las obtienen beneficiarios diferentes a los ya programados; otro factor es población que no alcanzó cobertura por parte del estado, quedando incompleta la distribución de los apoyos económicos o en especie. Es por ello que

la investigación se enfocó en crear una aplicación que centralice información sobre la población necesitada y personas naturales para brindar apoyo con el fin de generar una entrega completa y efectiva de donaciones a nivel local, regional y nacional. En el siguiente artículo, la investigación que se presenta manejó una metodología con enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, donde se analizaron categorías importantes para el diseño de la aplicación móvil desde caracterización de personas vulnerables, perfil del donante hasta la estructura de la aplicación móvil y su interacción de los usuarios.

PALABRAS CLAVE: Aplicación móvil; población vulnerable; informática, tecnologías de la información y comunicación.

APLICATIVO MÓVEL PARA DOAÇÕES À POPULAÇÃO EM ESTADO DE VULNERABILIDADE COM DIFICULDADES DE ACESSO AOS CENTROS DE AJUDA

RESUMO: Em nível global e principalmente nos países da América Latina em decorrência da pandemia de Covid-19, mostrou-se o verdadeiro panorama enfrentado pela população de baixa renda, população que diante de uma crise sanitária não possui as condições necessárias para abastecer-se, os governos geram ajudas, mas estas não chegam a todas as pessoas afetadas por este tipo de crise ou outras apresentadas nos países. Essas ajudas são subsídios econômicos e solidários a benefícios em alimentação, saúde ou outros serviços que contribuem significativamente para a qualidade de vida, mas nem todos têm acesso

a essas contribuições governamentais, a distribuição das ajudas tem sido evidenciada por reportagens na mídia. entidades reguladoras, que embora as bases de dados sejam geridas para controlar as entregas às pessoas, por vezes são realizadas parcialmente ou obtidas por beneficiários diferentes dos já programados; Outro fator é a população que não atingiu a cobertura do Estado, deixando incompleta a distribuição do apoio econômico ou em espécie. Por isso, a pesquisa se concentrou na criação de um aplicativo que centralize informações sobre a população e indivíduos carentes para dar suporte e gerar uma entrega completa e efetiva de doações nos níveis local, regional e nacional. No artigo a seguir, a pesquisa que se apresenta utilizou uma metodologia com abordagem quantitativa descritiva, onde foram analisadas categorias importantes para o design do aplicativo móvel desde a caracterização de pessoas vulneráveis, perfil do doador até a estrutura do aplicativo móvel e seu usuário interação

PALAVRAS-CHAVE: Aplicativo móvel; população vulnerável; informática, tecnologias de informação e comunicação.

MOBILE APPLICATION FOR DONATIONS TO THE POPULATION IN A STATE OF VULNERABILITY WITH DIFFICULTIES IN ACCESSING HELP CENTERS

ABSTRACT: Worldwide and especially in Latin American countries as a result of the Covid-19 pandemic, the true panorama faced by the population with limited resources was shown, a population that in the face of a health crisis does not have the necessary conditions to supply itself, governments generate aid, but these do not reach all the people affected by this type of crisis or others presented in the countries. These aids are both economic and solidarity subsidies to benefits in food, health or other services that significantly contribute to the quality of life, but not everyone has access to these government contributions, the distribution of the aid has been evidenced by reports in the media and regulatory entities, that although databases are managed to control deliveries to people, sometimes they are partially carried out or are obtained by beneficiaries other than those already programmed; Another factor is the population that did not reach coverage by the state, leaving the distribution of financial or in-kind support incomplete. That is why the research focused on creating an application that centralizes information on the needy population and natural persons to provide support in order to generate a complete and effective delivery of donations at the local, regional and national levels. In the following article, the research presented used a methodology with a descriptive quantitative approach, where important categories for the design of the mobile application were analyzed from the characterization of vulnerable people, the donor's profile to the structure of the mobile application and its user interaction.

KEYWORDS: Mobile app; vulnerable population; computing; information and communication technologies.

1 | INTRODUCCIÓN

La crisis sanitaria que se ha generado a nivel mundial por el virus Covid-19, ha mostrado con claridad la situación vulnerable que presenta la población antes crisis sanitarias, económicas a nivel mundial, la dificultad de acceder a apoyos ofrecidos por los

gobiernos o accesos parciales sin satisfacer las necesidades de las familias afectadas, como es el caso en tiempos de pandemia por el virus Covid-19, gente que tuvo que cerrar negocios formales e informales, desempleo y no contar con recursos suficientes para subsistir. En Colombia por ejemplo ha brindado subsidios a diferente población de todas las zonas del país, pero a la fecha no todos ganan estos apoyos o presentan dificultades para obtenerlos desde el mismo manejo de la tecnología de retirar el dinero que el estado le otorgó, hasta la verificación de sus datos en el sistema que en ocasiones no aparecen los datos o están incompletos, perdiendo entonces estos beneficios económicos.

Sin embargo aunque los planes de gobierno deseen cumplir con toda la población nacional, a veces no es suficiente porque llegar a todos los rincones del país no alcanza, pero es entonces donde entidades sin ánimo de lucro, empresas privadas o personas naturales, en su compromiso social quieren apoyar familias de escasos recursos, cuyas oportunidades de empleo o de crear negocio no les alcanza y menos cuando crisis nacionales o mundiales se presentan sin previo aviso, sin poder tomar medidas de contingencia. Actualmente los subsidios solidarios los entregan por medios electrónicos como giros postales, cuentas bancarias por transferencias o plataformas financieras, en su mayoría las personas no cuentan con un manejo ágil en tecnología para poder hacer sus descargar del beneficio económico, esto es una de las complicaciones en términos tecnológicos, otras de las complicaciones son las expuestas anteriormente.

Es por esto que existe la modalidad de donaciones, éstas se realizan en especie o económicas, a cualquier tipo de personas o familias y en cualquier zona del país, los donadores la modalidad que usan son entregas directas o por intermediarios ha población vulnerable que van desde niños, adultos mayores, personas en condición de discapacidad, personas enfermas entre otros, pero se necesita seguridad en las entregas, es decir, contar con un sistema que permita hacer seguimiento de los aportes voluntarios, entregas precisas a las personas seleccionadas, conocimiento de las necesidades entre otros factores, garantizando asertividad en los aportes. Actualmente no se conocen plataformas o aplicaciones que brinden este servicio, en donde se repose información de las necesidades de las personas, formas de apoyo y seguimiento a los aportes de los donantes.

Es por esto que la investigación planteó la siguiente pregunta, para buscar un desarrollo tecnológico que permita integrar conectividad, recursos, sistematización de información y accesibilidad de la misma de forma ágil: ¿Cómo proponer una aplicación para el seguimiento y control de donaciones para población vulnerable que presenta dificultades en acceder a ayudas en tiempos de crisis económicas, sanitarias o sociales?

1.1 Referente teórico

Como referente en la revisión de estrategias para entregas de ayudas, se encuentra que en Bogotá por la pandemia en 2020, la Alcaldía Mayor (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2020) desarrolló una página web denominada Red de Cuidado Ciudadano para afrontar

la crisis económica en su momento cuyo servicio consistía en el intercambio de recursos-aseo, alimentos, vestuario entre otros y la creación de redes de apoyo para hablar y ser escuchados a los ciudadanos.

Otros de los desarrollos tecnológicos es el relacionado con el recaudo de recursos económicos que para ayudas sociales que por medio de plataformas como Crowdfundings y GoFundMe promueven el manejo de recaudación para fondos en asistencia contra el coronavirus y Vaki es un esquema para ofrecer colaboraciones regalos, fiestas hasta campañas de impacto social para empresas que necesiten impulsar o reactivar sus negocios.

1.1.1 Plataforma Fintech

Es una alternativa para la prestación de servicios financieros, empresas que hacen uso de esta tecnología brindan facilidad a los clientes en ofrecer créditos, invertir y pagar obligaciones financieras en un solo clic, esto como una forma de agilizar procesos que hace veinte años tardaba más de una semana en dar respuesta a las personas. Las empresas hoy por hoy acogen dentro de sus sistemas esta modalidad debido a cambios socioculturales, adaptándose a nuevas formas que las gente accede a servicios bancarios, (CCB, 2018).

1.1.2 Plataformas de Crowdfunding

El Crowdfunding es una red financiera colectiva online, en donde se pueden realizar donaciones económicas, medio en que se pueden apoyar diversas causas sociales, Colombia se manejan plataformas con esta tecnología como Little Big Money, Vaki, Help, entre otras, en pandemia han sido muy utilizadas, en especial en el año 2020 cuando la crisis económica estuvo más compleja a nivel mundial y por su puesto en el país, en donde el objetivo principal aportar para abastecer familias menos favorecidas e impactadas por la pandemia. Por ejemplo, se manejó la plataforma Vaki de origen nacional en donde brindaba opciones de solicitud y recaudo de recursos económicos, actualmente a través de las campañas como “Colombia Cuida a Colombia”. Help, es una fundación sin ánimo de lucro que por medio de su página web hizo recaudos enfocados para el apoyo a educación, en aquellos estudiantes que por falta de recursos han desertado de sus carreras (Jiménez, 2017).

1.1.3 Aplicaciones móviles colaborativas

Aplicaciones móviles y web apps ocupan un espacio importante en el área de marketing digital, es una herramienta de apoyo para la búsqueda de bienes y servicios, para brindar ayudas en especie o económicas, permiten acercarse más a la gente sin tener que desplazarse a algún punto físico para pagar o hacer donativos, lo que facilita y motiva más a apoyar las causas sociales, es el caso de la Teletón, que adaptó estas tecnologías

para recaudar aportes voluntarios de empresas y particulares durante su evento anual por todos los países, a continuación se presentan algunas aplicaciones colaborativas solidarias, como ejemplo de lo que actualmente se maneja en otros países en temas de transferencias para contribuciones a población menos favorecida desde lo monetario, orientación psicológica, alimentos, entre otros.

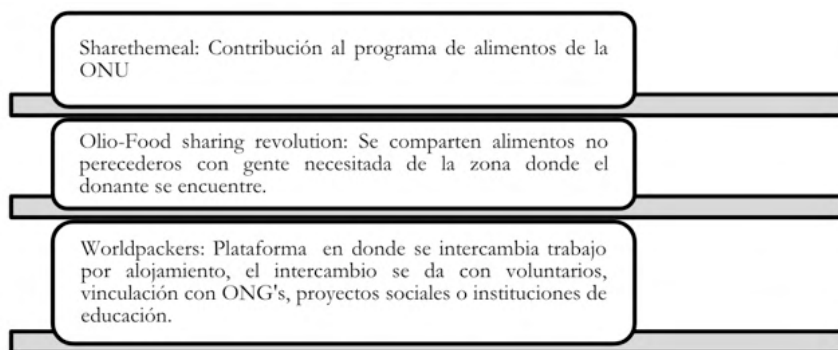


Figura 1. Aplicaciones móviles colaborativas

Fuente: elaboración propia, 2021

En Colombia se están realizando investigaciones de plataformas como Habiapp (Rivera & Parra, 2020) para recaudo de dinero que facilitan el pago de servicios públicos a personas mayores de 65 años en Colombia, se almacenan los datos de los beneficiarios y se realiza la transferencia, de este modo no es necesario desplazarse a los puntos de pago físicos o imprimir recibos para su cancelación; otra iniciativa es la creación de una aplicación móvil para la entrega de excedentes de alimentos generados en Corabastos S.A Bogotá (Martinez & Bibiana, 2019), el objetivo es mitigar la pérdida de alimentos producto del ejercicio de la Central de Abastos, considerada como la segunda central más grandes Latinoamérica y primera en el país que genera volúmenes muy altos en residuos orgánicos e inorgánicos, consiste en que por medio de la plataforma los comerciantes diariamente publican los alimentos excedentes en buen estado y las personas interesadas revisan la aplicación, seleccionan, realizan el pago y posteriormente retiran el producto de interés.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

La investigación desarrolló un sistema un prototipo de aplicación móvil a partir de información seleccionada a partir del análisis de unas categorías definidas de la recolección de información. Se ubica dentro del enfoque cuantitativo de tipo descriptivo (Hernández Sampieri, 2014) y apoyándose el estudio con la metodología SCRUM, para gestionar y organizar de forma precisa la propuesta, genera resultados en corto tiempo con

amplia susceptibilidad al cambio, sobre metas que deben ser realizadas en periodos cortos denominados Sprints. En un equipo SCRUM, se manejan tres roles para su implementación: Product Owner, quien aporta la visión del producto y gestiona las expectativas de los usuarios, Scrum Master líder de seguimiento de la metodología y los Developers, personas con tareas asignadas y concertadas desde el desarrollo, pasando por procesos iterativos de prueba y mejora, hasta la implementación y puesta en marcha (Scrum Study Sbook, 2020).

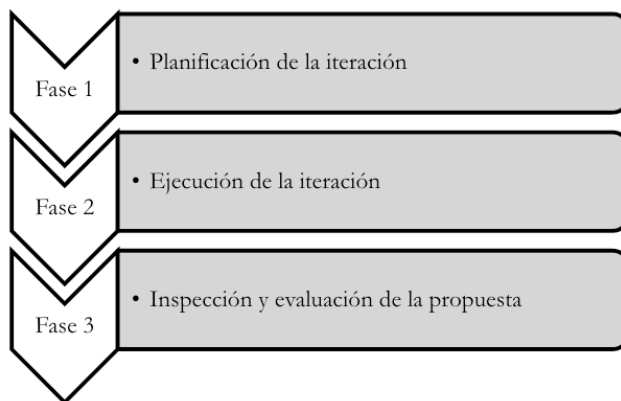


Figura 2. Aplicaciones móviles colaborativas

Fuente: elaboración propia, 2021

2.1 Población y muestra

La muestra para la investigación es de tipo por conveniencia o no probabilística, como lo describe (Mejía, 2000), es una muestra que se toma por la facilidad de acceso a los datos requerido a personas seleccionadas ubicadas en la ciudad de Bogotá previamente, que contaron con la disponibilidad para contribuir con el estudio durante unos intervalos de tiempo definidos.

2.1.1 Categoría de análisis

Las categorías de análisis (Noguero, 2009), se definieron de acuerdo a la información obtenida de los referentes teóricos, permitiendo seleccionar criterios importantes para el diseño del instrumento de diagnóstico (encuesta) que permitieron definir necesidades representativas para la propuesta de la aplicación móvil.

Categoría	Descripción
Afectación por crisis	Tipos de crisis
Recurso tecnológico de la población	Manejo de recursos tecnológicos
Tipo de aplicaciones móviles	Selección de la aplicación
Estructura de programación	Lenguaje

Tabla 1. Categorías de la investigación

Fuente: elaboración propia, 2021

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en localidades de Bogotá como Fontibón y Chapinero, en donde la población seleccionada se encontraba en estado de vulnerabilidad, que en su momento no habían recibido alguna ayuda, permitieron definir la importancia del diseño de la aplicación móvil propuesta en la investigación, a continuación, se exponen resultados del trabajo de campo.



Figura 3. Afectación por crisis económica

Fuente: elaboración propia, 2021

El 76% de los encuestados, respondieron por crisis económica por ejemplo en pandemia sus ingresos se vieron fuertemente afectados, como también comerciantes dependientes por el cierre de establecimientos sus utilidades se bajaron considerablemente; el 24% perdieron sus empleos, por recorte de personal en las empresas que laboraban antes de la pandemia y también por otras crisis en el país en años anteriores, lo que representa que el primer factor impacto es el económico.

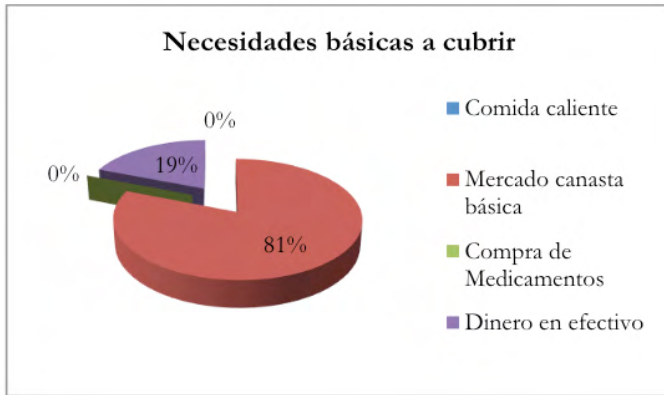


Figura 4. Necesidades básicas en tiempos de crisis.

Fuente: elaboración propia, 2021

El 81% respondió sobre las necesidades de apoyo referente a mercados de la canasta familiar, como factor de supervivencia ante crisis económicas por situación nacional o específicamente a nivel personal; el 19% responde necesitar dinero en efectivo para cubrir otras necesidades además de mercados.

A partir de los resultados obtenidos, se analiza el diseño de la aplicación móvil, dirigida a personas afectadas económicamente, teniendo en cuenta necesidades relevantes de los encuestados, desde el área ingenieril se definieron factores como lenguaje de programación informático y esquema de la aplicación respecto a formas de uso.

En las revisiones teóricas sobre aplicaciones móviles cuyo servicio sean generar redes solidarias, se encuentra que a nivel nacional falta trabajar con esas iniciativas desde las instituciones académicas como en empresas y en otros países, los desarrollos si se trabajan como intercambio de alojamiento por trabajo voluntario, entrega de alimentos, pagos de servicios entre otros, hasta el momento no se conoce una App colectiva en donde se encuentre información de la población necesitada y medios para ayudarles, en este caso se presenta en la investigación un valor agregado, contribuyendo con la responsabilidad social.

4 | CONCLUSIONES

El estudio permitió identificar el impacto económico producto de problemáticas internas de un país entre países, crisis sanitarias o sociales, afectando los ingresos de las personas, esto se ve reflejado en aspectos emocionales y familiares desintegrando cualquier esquema personal construido por años, es entonces donde los gobiernos intervienen con apoyos o subsidios como una manera de amortiguar las caídas económicas y fortalecer la productividad; como también existen fundaciones, entidades sin ánimo de lucro o personas

del común que al ver el panorama que enfrentan las personas como carecer de alimentos, medicamentos o vestuario, quieren ayudar y buscan medios para hacerlo como ir a las comunidades o zonas vulnerables o por medios de empresas, pero hoy en día se hace necesario hacer uso de las tecnología para facilitar esas ayudas, agilizarlas y que sean entregadas a las personas correctas.

Es por esto que se propuso el diseño de una aplicación móvil para donaciones, en donde las personas o empresas que desean colaborar a familias o personas en particular, puedan hacer brindándoles en la aplicación diferentes opciones como aportes para alimentos, vestuario, medicamentos, servicios u otros tipo de asistencia que se requiera; la App, es una red solidaria sin ánimo de lucro, en la aplicación se encuentra información de familias beneficiarias, criterios de sus necesidades y un perfil.

Se presenta a continuación los requerimientos para la construcción de la aplicación que va desde el lenguaje de programación hasta un repositorio de la información y una muestra del diseño preliminar que se obtuvo de la aplicación.

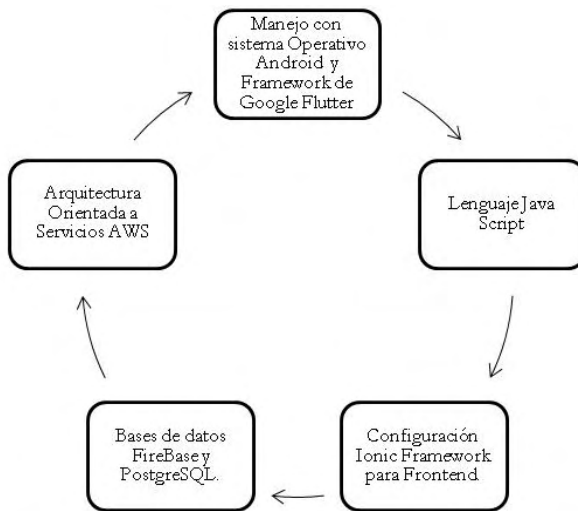


Figura 5. Arquitectura para la aplicación

Fuente: elaboración propia, 2021

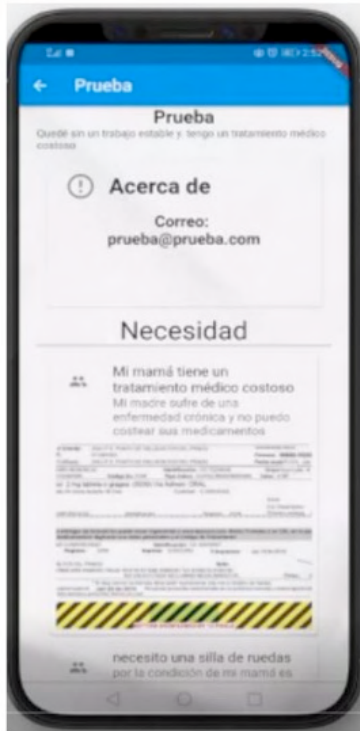


Figura 6. Modelo de aplicación móvil

Fuente: elaboración propia, 2021

REFERENCIAS

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2020). *Red de cuidado ciudadano - Acerca de - Red de cuidado ciudadano*. <https://reddecuidadociudadano.gov.co/about>

CCB. (2018). *FINTECH*. [https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/22788/Guia para conocer una fintech 15-01-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/22788/Guia%20para%20conocer%20una%20fintech%2015-01-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptizta Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. In *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.

Jiménez Sánchez, J. I., Rojas Restrepo, F. S., & Ramírez Tapias, D. A. (2017). Situación del Crowdfunding como mecanismo para la financiación de PyMEs en Colombia. *Espacios*, 38(43).

Martinez, A., & Bibiana, G. (2019). Propuesta para la creación de una aplicación móvil para la entrega de excedentes de alimentos por parte de los comerciantes de Corabastos. Repositorio Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.: <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/31534/1/aemartinezm.pdf>.

Navarrete, J. (2002). *Perspectiva de la investigación social*. Bogotá: <https://www.moebio.uchile.cl/14/mejja.html>.

Rivera, C., & Parra, L. (2020). Trabajo de grado. Repositorio Universidad Piloto de Colombia: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6952/Proyecto%20final%20HABIAPP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SCRUMstudy, & Tridibesh Satpathy. (2017). Una guía para el CUERPO DE CONOCIMIENTO DE SCRUM (Guía SBOKTM) 3ra Edición Una guía integral para la entrega de proyectos utilizando Scrum. www.scrumstudy.com

Tinto, J. (2013). *El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación*. Mérida: <https://www.redalyc.org/pdf/555/55530465007.pdf>.

POSSIBILIDADES ACERCA DO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA RELAÇÃO ENTRE A OBMEP E O SPAECE NOS SERTÕES DE CRATEÚS - CE

Data de aceite: 04/07/2022

Carlos Ruan Sampaio Soares

Discente em Licenciatura em Matemática pelo
IFCE – Campus Crateús

Francisco Odécio Sales

Docente Mestre em Matemática no IFCE –
Campus Crateús

RESUMO: Neste artigo se busca evidenciar a relevância da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) na melhoria do ensino de matemática. Inicialmente, se faz uma abordagem das olimpíadas do conhecimento, de forma geral, e em seguida um foco especial à OBMEP, destacando seu formato, níveis, estrutura, premiações e participação. Em seguida, é apresentado o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE), um dos pilares dessa pesquisa, que tem suma importância na evolução do padrão de qualidade do ensino básico cearense. O SPAECE é um referencial importante para se trazer dados a respeito dos índices da educação na região de estudo: os Sertões de Crateús, região localizada no oeste do Ceará. Mais precisamente são os 11 municípios pertencentes à 13ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 13), subdivisão estratégica da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC). Através de um comparativo de dados de resultados da OBMEP e do SPAECE nos municípios da CREDE 13, a pesquisa evidenciou alguns avanços no desempenho

dos estudantes da região. A região apresenta um excelente potencial matemático e olímpico a ser explorado, podendo haver melhorias ainda mais consideráveis nesses dados através de esforços conjuntos e mobilizações tais como as que ocorrem para realizações das avaliações externas como o SPAECE.

PALAVRAS-CHAVE: OBMEP. SPAECE. Comparativo. Sertões de Crateús.

POSSIBILITIES ABOUT MATHEMATICS TEACHING: A RELATIONSHIP BETWEEN OBMEP AND SPAECE IN THE SERTÕES DE CRATEÚS – CE

ABSTRACT: This article seeks to highlight the relevance of the Brazilian Public School Mathematics Olympiad (OBMEP) in improving mathematics teaching. Initially, an approach is made to the knowledge Olympics, in general, and then a special focus on OBMEP, highlighting its format, levels, structure, awards and participation. Then, the Permanent System of Evaluation of Basic Education in Ceará (SPAECE) is presented, one of the pillars of this research, which is of paramount importance in the evolution of the quality standard of Ceará's basic education. SPAECE is an important reference to bring data about the education indexes in the study region: the Sertões de Crateús, a region located in the west of Ceará. More precisely, they are the 11 municipalities belonging to the 13th Regional Coordination for the Development of Education (CREDE 13), a strategic subdivision of the Secretary of Education of the State of Ceará (SEDUC). Through a comparison of results data from OBMEP and SPAECE in the municipalities

of CREDE 13, the research evidenced some advances in the performance of students in the region. The region has an excellent mathematical and Olympic potential to be explored, and there may be even more considerable improvements in these data through joint efforts and mobilizations such as those that take place to carry out external evaluations such as SPAECE.

KEYWORDS: OBMEP. SPAECE. Comparative. Sertões de Crateús.

1 | INTRODUÇÃO

A decisão de escrever sobre esse assunto no presente artigo, também passa pelo conhecimento prévio do potencial matemático e olímpico presente na região dos Sertões de Crateús, associando tais conhecimentos às suas possibilidades acerca da aprendizagem matemática no Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE), principal sistema de avaliação da educação do estado.

Através de pesquisa quantitativa dos resultados municipais na região cearense dos Sertões de Crateús – número de premiados na OBMEP e indicador de desempenho no SPAECE – no recorte de 2015 a 2019, busca-se fazer uma abordagem comparativa a partir desses dados.

Os principais objetivos dessa pesquisa são identificar a relevância que a OBMEP tem no estímulo à aprendizagem da Matemática numa perspectiva de resolução de problemas e como essa competição pode influenciar positivamente nos índices de aprendizagem através do principal sistema de avaliação da educação básica estadual.

2 | OLIMPÍADAS DO CONHECIMENTO

As olimpíadas do conhecimento ou olimpíadas científicas são competições que compõem atividades extracurriculares abrangendo diversos temas específicos – como Matemática, História, Astronomia, Robótica, etc. em geral visando promover debates, resolução de desafios, sejam eles na teoria ou na prática ou trazer experimentos importantes à sociedade.

Essas olimpíadas podem ser locais, regionais, nacionais ou até mesmo internacionais. Dessa forma, ao passo que se torna possível melhorar a qualidade da educação básica no que se refere à educação científica, também se divulga a ciência entre os jovens, especialmente da rede pública, e impulsiona a popularização da ciência.

Além de revelar jovens talentos nas mais variadas áreas do conhecimento, essas competições fortalecem os vínculos escolares, entre instituições de pesquisa e de ensino e a comunidade, onde se faz o uso constante de diversos métodos científicos, familiarizando os estudantes desde a educação básica com múltiplas maneiras de se fazer ciência.

Na atualidade, temos olimpíadas nas mais diversas áreas sendo realizadas desde internamente entre as escolas até competições de abrangência internacional. Dentre as tantas, podemos destacar a Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM), a Olimpíada

Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), a Olimpíada Brasileira de Química (OBQ), a Olimpíada Brasileira de Física (OBF), a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e a Olimpíada Nacional de História do Brasil (ONHB).

Na continuidade deste trabalho daremos foco à OBMEP, apresentando um pouco do seu contexto histórico, com sua estrutura, premiações e benefícios aos alunos destaques, além de mostrar a participação estudantil ao longo dos anos com números relevantes.

2.1 A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas

A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) é uma competição nacional de matemática que já faz parte do cotidiano das escolas brasileiras. Foi realizada pela primeira vez no ano de 2005 com a participação de mais de 10 milhões de estudantes em todo o país.

Para a sua efetivação, a OBMEP conta com o apoio de recursos do Ministério da Educação (MEC) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), enquanto que a Direção Acadêmica da olimpíada é encabeçada pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), juntamente com o apoio da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM).

2.1.1 Estrutura da OBMEP

A OBMEP não conta com um limite de participações e pode ser realizada por todas as escolas públicas do Brasil, e a partir de 2017 também integra as escolas privadas. Para melhor organização, são definidos coordenadores regionais e locais espalhados por todo o país, que auxiliam na inscrição das escolas.

A competição olímpica é dividida em três níveis:

- Nível 1: 6° e 7° anos do ensino fundamental ou da Educação de Jovens e Adultos (EJA);
- Nível 2: 8° e 9° anos do ensino fundamental ou da EJA;
- Nível 3: Ensino Médio ou EJA.

A prova é realizada em duas fases:

- Primeira fase: Não possui limites de participantes podendo ser realizada por todos os inscritos na sua própria escola, sendo aplicada pelos próprios professores. Conta com um total de 20 (vinte) questões objetivas e um tempo máximo de duas horas e trinta minutos, na qual o estudante deve preencher suas respostas nos cartões-resposta, que posteriormente é corrigido dentro da própria escola pelo professor responsável.
- Segunda fase: Acontece apenas entre os selecionados na primeira fase, que são os 5% dos alunos com melhores desempenhos de cada escola. Ocorre comumente em locais pré-definidos pela coordenação geral, que também define os aplicadores dessa fase. Traz geralmente em sua composição um total 6

(seis) questões subjetivas, cada uma delas com pelo menos três itens a serem respondidos de forma preferencialmente discursiva num tempo máximo de três horas.

2.1.2 *Premiações da OBMEP*

A OBMEP premia não somente os alunos, como também professores, escolas e secretarias que obtenham resultados expressivos mediante os alunos premiados. Os alunos participantes da segunda fase com os melhores desempenhos são premiados com medalhas de ouro, prata ou bronze, na proporção 1:3:9. Há ainda uma quantidade significativa de menções honrosas concedidas a alunos que tiveram bom desempenho, mas que não foram medalhistas na edição em questão.

A cerimônia de premiação para os medalhistas de ouro ocorre em um evento nacional em local previamente definido e organizado pelo IMPA, com presença de grandes autoridades nacionais e personalidades da matemática. Já os medalhistas de prata e de bronze recebem premiação nas cerimônias regionais em locais definidos pelas coordenadorias regionais. Por sua vez, as menções honrosas são enviadas juntamente com as provas da primeira fase da OBMEP do ano posterior, e a escola pode optar por realizar tal cerimônia de premiação.

Uma vez premiados com medalhas, os estudantes tem direito a participarem do Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC), onde o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) concede uma bolsa a esses alunos. Os estudantes de escola pública que conseguirem menção honrosa também tem a oportunidade de eventualmente participar, na ocasião da ausência de medalhistas.

Nesse programa, o aluno premiado na OBMEP tem a oportunidade de ter mais contato com a matemática, com material especializado e dividido por nível de acordo com sua série, possibilitando aprofundar seus conhecimentos e se desenvolver no campo da ciência, além de consequentemente ampliar sua bagagem profissional e acadêmica. As aulas acontecem tanto presencialmente como de forma virtual – em caso de impossibilidade de o aluno se dirigir até o polo presencial.

Os estudantes destaques na OBMEP ou OBM – o que inclui os medalhistas e eventualmente ganhadores de menções honrosas – que adentrarem à universidade optando pelo curso de Matemática ou de áreas afins, ainda possuem outra excelente oportunidade, que se trata de outro programa científico, o Programa de Iniciação Científica e Mestrado (PICME).

O PICME é coordenado pelo IMPA e tem parcerias de programas de pós-graduação de instituições universitárias espalhadas pelo país inteiro, onde o estudante pode realizar estudos de alto nível de forma simultânea ao seu curso de graduação. Assim como o PIC, também oferta uma bolsa aos seus participantes com recursos do CNPq, e ainda com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Outra bolsa de estudos concedida aos estudantes medalhistas da OBMEP é através do Instituto TIM em parceria com o IMPA. Foi criada com a finalidade de auxiliar financeiramente os estudantes destaques ao adentrarem nos cursos de graduação, cientes das dificuldades iniciais de muitos alunos de escola pública ao entrarem nas universidades, sejam elas estaduais ou federais. Assim como no PICME, a bolsa é oferecida aos cursos de graduação em Matemática e demais áreas afins.

2.1.3 Participação na OBMEP

Como citado anteriormente, a OBMEP teve sua primeira realização em 2005, e logo na sua primeira edição superou bastante as expectativas. Foram 10.520.831 inscritos na primeira fase daquele ano, mais que dobrando a expectativa dos organizadores, que estimavam 5 milhões de estudantes. Esses mais de 10 milhões de alunos eram de 31.031 escolas espalhadas por cada unidade da federação, que correspondia à 93,5% do total de municípios brasileiros.

Para se ter uma ideia da dimensão do alcance dessa competição, essa é uma das maiores do gênero. A título de comparação, a Olimpíada de Matemática dos Estados Unidos que tem algumas semelhanças com o modelo brasileiro conta com uma média de 5 milhões de estudantes.

Em 2006, foram 14.181.705 alunos que garantiram participação na primeira fase. Isso equivaleu a um aumento expressivo de 34,8% em relação à edição anterior, o que demonstra ainda mais o sucesso precoce da olimpíada, que viria a se tornar cada vez mais rotineira no calendário letivo da imensa maioria das escolas públicas brasileiras.

A OBMEP teve seu recorde de inscritos na primeira etapa no ano de 2010. A sexta edição da olimpíada teve impressionantes 19.665.928 de inscrições, em 44.717 instituições escolares, chegando à uma marca de 99,16% dos municípios presentes no processo. Naquele ano, 863.000 estudantes de escolas públicas se classificaram para a segunda fase, onde houve a distribuição de um total de mais de 33 mil premiações, entre medalhas e menções honrosas.

O ano de 2021 também foi marcado por recordes na competição nacional. 49.561 escolas públicas participaram da primeira fase em 99,84% das cidades em todo o país, estabelecendo um novo recorde de municípios presentes e também de escolas parceiras na OBMEP. Foram 17.357.381 alunos de escolas públicas e 417.555 alunos de instituições privadas inscritos na primeira fase, esses últimos espalhados entre 3.814 escolas privadas, o que equivale a cerca de 19,3% do total de escolas particulares registradas pelo MEC.

A seguir, os números referentes à OBMEP desde a sua primeira edição até o ano de 2019, com a quantidades de alunos e escolas inscritos na primeira e na segunda fase, bem como o percentual de municípios brasileiros que a competição conseguiu abranger em cada ano, considerando apenas os estudantes da rede pública.

2.2 O SPAECE

O Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar foi criado no estado em 1992, logo após a primeira experiência do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), que ocorrera em 1990. Tem-se muita importância saber a respeito do SAEB e seu contexto histórico, para se entender as motivações da principal avaliação da educação básica cearense, pois foi a implementação e a consolidação de um sistema de avaliação nacional que inspiraram a realização de uma avaliação a nível estadual no Ceará.

Tratava-se de uma inspiração advinda de preocupações com a educação do país que já estavam em sintonia com uma preocupação do governo estadual. O sistema cearense inicialmente focado apenas no rendimento das escolas, passa a ter um caráter mais qualitativo em 1996, quando se torna o SPAECE, mas já com a primeira aplicação em 1994 nas escolas de Fortaleza, capital cearense, com participação de forma voluntária das instituições estaduais de ensino básico.

No entanto, a aparição desse sistema não acontece de forma simples, uma vez que para a criação de uma avaliação em larga escala é necessário bastante planejamento, incentivo governamental, integração entre instituições, entre outros fatores, e que posteriormente apenas a prática e as lições da experiência poderão, de fato, demonstrar o sucesso desse processo.

O Ceará, contudo, se empenhou desde cedo no que se refere à busca de dados que pudessem avaliar a educação básica no estado. Para se ter ideia, a Secretária de Educação Básica do Ceará (SEDUC), com a cooperação da Universidade Federal do Ceará (UFC), se debruçou na criação de relatórios a respeito dos dados do SAEB referentes às escolas cearenses, algo que foi raro à época, considerando as demais unidades da federação.

A pesquisa, porém, trouxe consigo dados bastante insatisfatórios para a política educacional do estado. Havia diversos problemas a serem contornados, tais como acesso à educação básica, expansão do ensino e números distantes do adequado. Aliado ao desenvolvimento do SAEB, que estava indo além rendimento das escolas e passando a considerar mais fatores qualitativos, o SPAECE também se desenvolve nesse caminho, visando se tornar um sistema permanente de melhoria do ensino.

Dessa forma, em 1992, o Ceará realiza uma amostra para mais de 14 mil alunos, em Fortaleza, da 4ª e da 8ª série do ensino fundamental. À época, foi algo muito particular ao estado cearense, que se tornava assim, um dos primeiros a conseguir executar uma avaliação própria visando coletar dados a respeito do rendimento escolar de seus estudantes.

Visando estabelecer esse sistema de avaliação, um novo teste foi aplicado no ano de 1993, dessa vez com um número maior de estudantes. Foram mais de 22 mil alunos, novamente da 4ª e da 8ª série do ensino fundamental. E com o apoio do Centro de Treinamento e de Desenvolvimento (CETREDE) da UFC, a SEDUC também conseguiu

realizar a chamada Avaliação das Quartas Séries das Escolas Públicas do Estado do Ceará.

A ampliação desse tipo de avaliações demonstrava o desejo da educação do governo estadual em estender e universalizar suas formas de avaliar, buscando chegar em mais escolas e conseqüentemente a mais estudantes. Essa ampliação também ajudaria, tecnicamente, a conseguir melhorias no ensino básico cearense, que precisava subir seus índices, por todo o contexto que a educação vivia à época.

Desde então, após a aplicação da terceira edição do SPAECE em 1994 com a colaboração da UFC, dessa vez com a Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC), o Ceará passou a intercalar a realização do SPAECE com o SAEB, não acontecendo o SPAECE em anos que ocorreriam o SAEB, a exemplos de 1995 e 1997. Vale ressaltar ainda que em 1994, foram 21.812 alunos realizando a avaliação, sendo a maioria alunos da 4ª série do ensino fundamental, que atualmente equivale ao 5º ano.

Esse número de participantes saltou para 25.253 no SPAECE 1996 e para 39.710 alunos avaliados em 1998, dando seqüência ao plano educacional de se avaliar cada vez mais estudantes da rede pública. Considerando mais uma vez que nos anos 1995 e 1997, o SPAECE não foi realizado por conta dos ciclos do SAEB, o que também não ocorreu em 1999.

Em sua estrutura atual, adotada desde 2007, o SPAECE se constitui em três divisões. O SPAECE-Alfa visa atender as demandas do 2º ano do ensino fundamental, com foco na alfabetização. A Avaliação do Ensino Fundamental chega a estudantes do 5º ano e também do 9º ano. Além dessas, também há a Avaliação do Ensino Médio, que participam estudantes que estejam cursando o último ano do ensino básico, geralmente das 3ª séries – antigo 3º ano.

A percepção que se pode ter, é que a experiência avaliativa cearense ao longo dos anos conseguiu estabelecer a avaliação ao longo dos anos e sua importância cada vez mais sendo devidamente bem justificada, indo para além de questões de matemática e português – variando entre 25 e 26 questões de cada –, mas que foi além, tendo como referência o SAEB, e buscando através de questionários saber mais sobre o contexto educacional, tais com estruturas físicas das escolas e condições socioeconômicas de seus estudantes, bem como avaliar contextualmente os professores e gestores escolares.

A partir dos dados obtidos, de alunos, professores, gestores, escolas e municípios, o estado tem ferramentas para monitorar suas políticas educacionais e estabelecer reformulações necessárias ao ensino público, ao passo que prepara os estudantes para as avaliações externas nacionais, como exemplo o SAEB e o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, este último sendo uma preocupação mais recente da SEDUC.

Além disso, o Governo do Estado premia os estudantes da rede estadual com a entrega de notebooks, de forma a atrair esses alunos para a realização da avaliação, como também reconhecer a dedicação dos melhores desempenhos. Na última oportunidade, foram entregues 10.910 computadores, a partir de um investimento superior a 20 milhões

de reais. Entre 2016 e 2021, o número de notebooks entregues ultrapassa 80 mil unidades. A ação se faz muito importante visando a continuidade dos alunos nos seus estudos, seja no ensino médio, ou a partir do ingresso na faculdade.

3 | RESULTADOS

3.1 Região de estudo

A região considerada para a pesquisa quantitativa foi a região dos Sertões de Crateús, mais precisamente os municípios de compõem a 13ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE).

A CREDE 13 é um dos 20 centros regionais definidos pelos órgãos competentes do Governo do Estado do Ceará, que visam auxiliar a SEDUC em uma melhor organização da educação no estado.

A região da CREDE 13 é composta por 11 municípios cearenses, com sede na cidade de Crateús. As demais cidades são Ararendá, Catunda, Independência, Ipaporanga, Ipueiras, Monsenhor Tabosa, Nova Russas, Novo Oriente, Poranga e Tamboril.

3.2 Resultados municipais na CREDE 13

A seguir introduziremos alguns resultados por município da CREDE 13 entre 2015 e 2019, referentes ao quantitativo de premiados da OBMEP e também resultados do SPAECE no mesmo período.

3.2.1 Premiados na OBMEP nos Sertões de Crateús (2015 – 2019)

O período no qual foram coletados os dados são de 2015 até o ano de 2019. Os números podem ser encontrados a partir de uma pesquisa quantitativa no próprio site oficial da OBMEP. Os números são dos níveis 2 e 3. A exclusão da medalha de ouro na tabela ocorre pela ausência de medalhas de ouro na região no período coletado.

Em razão da pandemia de COVID-19, que tomou proporções mundiais no início de 2020, não houve a realização da OBMEP no corrente ano, impossibilitando a coleta desses dados. Apesar de ter já terem sido divulgados os dados de premiados de 2021 da OBMEP, até a data de realização dessa pesquisa, ainda não houve a divulgação dos resultados do SPAECE de 2021, finalizando, assim, o recorte mais recente possível em 2019.

Premiações OBMEP - NÍVEL 2

ANO		2015			2016			2017			2018			2019		
MEDALHA	CIDADE	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata
		Ararendá	3	0	0	5	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0
Catunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
Crateús	3	0	0	4	0	0	5	0	0	3	1	0	4	0	0	
Independência	2	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	
Ipaporanga	1	0	0	4	0	0	6	1	0	2	0	0	1	0	0	
Ipueiras	3	0	0	8	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	
Mons. Tabosa	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nova Russas	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Novo Oriente	3	0	0	9	0	0	6	0	0	14	0	0	17	0	0	
Poranga	1	0	0	3	0	0	3	0	0	1	0	0	3	0	0	
Tamboril	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	

Tabela 1 – Número de premiados da OBMEP por município no nível 2, na CREDE 13, período de 2015 a 2019

Fonte: OBMEP (2022)

Premiações OBMEP - NÍVEL 3

ANO		2015			2016			2017			2018			2019		
MEDALHA	CIDADE	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata	Menção	Bronze	Prata
		Ararendá	2	0	0	0	0	0	3	3	0	3	0	0	0	0
Catunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crateús	8	0	0	10	0	0	19	0	0	25	0	0	33	2	0	
Independência	3	0	0	4	0	0	1	0	1	2	0	0	3	0	0	
Ipaporanga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Ipueiras	5	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	0	1	0	0	
Mons. Tabosa	3	0	0	3	1	0	2	0	0	0	1	0	3	1	0	
Nova Russas	5	1	0	6	0	0	3	0	0	2	0	0	3	0	0	
Novo Oriente	2	0	0	2	0	0	5	1	0	4	2	0	5	1	0	
Poranga	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Tamboril	3	0	0	1	1	0	5	0	0	2	0	0	1	0	0	

Tabela 2 – Número de premiados da OBMEP por município no nível 2, na CREDE 13, período de 2015 a 2019

Fonte: OBMEP (2022)

3.2.2 Desempenho na matemática do SPAECE nos Sertões de Crateús (2015 – 2019)

Neste tópico apresentaremos os números referentes aos resultados da Matemática no SPAECE por município da CREDE 13. Os dados são em relação ao 9º ano do ensino fundamental e também à 3ª série do Ensino Médio, como já citado, a avaliação ocorre nos anos finais de cada etapa.

DESEMPENHO NA MATEMÁTICA SPAECE – 9º ANO E.F.					
ANO	2015	2016	2017	2018	2019
CIDADE	Indicador de Padrão de Desempenho				
Ararendá	Crítico	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Adequado
Catunda	Crítico	Crítico	Intermediário	Adequado	Adequado
Crateús	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Independência	Crítico	Crítico	Crítico	Intermediário	Intermediário
Ipaporanga	Crítico	Crítico	Crítico	Intermediário	Intermediário
Ipueiras	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Mons. Tabosa	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Nova Russas	Crítico	Crítico	Crítico	Intermediário	Intermediário
Novo Oriente	Intermediário	Crítico	Intermediário	Intermediário	Adequado
Poranga	Intermediário	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Tamboril	Crítico	Crítico	Crítico	Intermediário	Intermediário

Tabela 3 – Desempenho na matemática - SPAECE, por município, na CREDE 13 (2015-2019)

Fonte: SEDUC (2022)

DESEMPENHO NA MATEMÁTICA DO SPAECE – 3ª SÉRIE E.M.					
ANO	2015 ¹	2016	2017	2018	2019
CIDADE	Indicador de Padrão de Desempenho				
Ararendá	---	Crítico	Intermediário	Crítico	Intermediário
Catunda	---	Muito Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Crateús	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Independência	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Ipaporanga	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Ipueiras	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Mons. Tabosa	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Nova Russas	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
Novo Oriente	---	Crítico	Crítico	Crítico	Intermediário
Poranga	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico

1 No ensino médio, não foi possível obter dados de 2015, pois foram avaliados apenas alunos de escolas que compunham o Programa Ensino Médio Inovador ou integrantes do Grupo Controle da Avaliação de Impacto do Jovem de Futuro, programas educacionais da SEDUC, logo, a CREDE não disponibilizou tais dados.

Tamboril	---	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
----------	-----	---------	---------	---------	---------

Tabela 4 – Desempenho na matemática - SPAECE, por município, na CREDE 13 (2015-2019)

Fonte: SEDUC (2022)

3.3 Discussão

A pesquisa matemática envolve muitos fatores, em especial, a formação do profissional envolvido na pesquisa. SALES & SILVA (2022) destacam que:

É de suma importância compreender o perfil profissional do professor de Matemática para conhecer o perfil desse pesquisador, até porque em sua formação inicial muitas vezes não há consistência no desenvolvimento de uma prática pedagógica que trate dos conhecimentos matemáticos de acordo com seu lócus de atuação futura, a escola. (SALES & SILVA, 2022).

Em face das diferenças entre a matemática desenvolvida nas escolas e nas Instituições de Ensino Superior (IES), é necessário ao docente e pesquisador, a sensibilidade de observar seu lócus no campo de pesquisa e fazer as devidas considerações também conhecendo as distinções do seu campo de atuação.

Ciente disso, os dados obtidos fornecem algumas informações interessantes. Na OBMEP, a maioria dos municípios dos sertões de Crateús não apresentam padrão de crescimento de premiações com o passar dos anos, indicando que, provavelmente, não há projetos para evolução desses números, tanto no nível 2, quanto no nível 3.

Mas há algumas exceções bastante perceptíveis. No nível 2, o município de Novo Oriente salta de 3 para 9 menções honrosas de 2015 para 2016, obtendo 6 menções no ano seguinte – ainda no topo na região, e evolui para 14 menções em 2018 e para 17 em 2019, isoladamente no topo da região.

Já no nível 3, o destaque fica para a cidade de Crateús, que durante o recorte, aumenta sucessivamente seus números de menções honrosas. Foram 8 em 2015, 10 em 2016, 19 em 2017 e 25 em 2018. No último ano do balanço, foram 33 menções e ainda 2 medalhas de bronze, sendo destaque isolado no que se refere às premiações da OBMEP nesse nível.

Há uma dificuldade natural de se relacionar tais dados com os indicadores de desempenho no SPAECE na região, devido às diferentes quantidades de estudantes que realizam e as relativas distinções de interesse dos alunos, professores e gestores para com ambas as provas. Apesar disso, é possível fazer algumas observações.

O exemplo de Novo Oriente no nível 2, citado anteriormente, se repete na matemática SPAECE. Excetuando-se 2016, o município obteve desempenho “intermediário” em 2015, 2017 e 2018, e chegando ao nível “adequado” em 2019, justamente no ano em que obteve o maior número de premiações da região no período. Tal observação não se configura em Crateús no nível 3, estando o município, no índice “crítico” no período coletado na 3ª série

do ensino médio.

Para Perrenoud (1999), as avaliações em algum momento aplicam juízos aos estudantes envolvidos no processo educativo e dessa forma, dizem muito do prosseguimento desse momento. Ele explica que:

Avaliar é – cedo ou tarde – criar hierarquias de excelência em função das quais se decidirão a progressão no curso seguido, a seleção no início do Secundário, a orientação para diversos tipos de estudo, a certificação antes da entrada no mercado de trabalho e, frequentemente, a contratação. Avaliar é também privilegiar um modo de estar em aula e no mundo, valorizar formas e normas de excelência, definir um aluno modelo, aplicado e dócil para uns, imaginativo e autônomo para outros (Perrenoud, 1999, p. 9).

A partir da concepção de Perrenoud (1999) podemos inferir a relevância de ambas as avaliações no contexto educacional. A avaliação premia os melhores desempenhos e valoriza aqueles que se aprofundam nos ambientes dessas competições, sejam eles estudantes, professores, gestores ou secretarias, criando modelos de educação eficiente a serem seguidos.

Esses modelos, em geral, levam consigo esses privilégios e o que autor considera normas de excelência, que conseqüentemente lhes são vantajosos nas seleções posteriores, como concursos ou vestibulares e até mesmo na entrada no mercado de trabalho. De fato, isso se configura diante das oportunidades proporcionadas tanto pelo bom desempenho no SPAECE quanto pela premiação na OBMEP.

4 | CONCLUSÃO

Durante a realização deste trabalho, pode-se perceber que apesar de ser uma região longe das capitais ou de grandes centros, os Sertões de Crateús têm um excelente potencial olímpico, uma vez observados os números de premiados. Há casos que chamam mais atenção pelos dados obtidos.

O exemplo de Novo Oriente no nível 2 e de Crateús no nível 3, demonstram que essas cidades certamente já se mobilizam em prol de melhores resultados na OBMEP, dada a crescente considerável dos números de premiados em cada ano. Também é válido ressaltar, que é de conhecimento da comunidade escolar que as avaliações externas, tais como Saeb e SPAECE têm, em geral, uma atenção especial em relação às outras avaliações.

Diante disso, é bastante comum perceber esforços para a melhora dos índices do Saeb e do SPAECE nas escolas, onde há uma mobilização geral nas mais diversas esferas educacionais e incentivo frequente aos estudantes, buscando reforçar os atrativos de obter um bom desempenho nessas avaliações. Todavia, esses esforços, por vezes, são mais imperceptíveis quando se refere à OBMEP e os seus benefícios.

REFERÊNCIAS

CNPq – CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnpq/pt-br/assuntos/popularizacao-da-ciencia/olimpiadas-cientificas>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

JÚNIOR, A. G. M; FARIAS, M. A. **SPACE: Uma história em sintonia com avaliação educacional do Governo Federal**. Rev. Humanidades, Fortaleza, v. 31, n. 2, p. 525-547, jul./dez. 2016.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE MATEMÁTICA. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em <<https://www.obm.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE MATEMÁTICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<http://www.obmep.org.br>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

_____. **Obmep em números**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<http://www.obmep.org.br/em-numeros.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação: da excelência à regulamentação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

SALES, F. O.; SILVA, M. A. M. P. **Uma reflexão sobre pesquisa em educação matemática na sala de aula**. In: SILVA, Américo Junior Nunes da (Org.). O fortalecimento do ensino e da pesquisa científica da matemática 2. Ponta Grossa – PR: Atena, p 336-354. 2022.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ. **Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará**. Disponível em <<https://www.seduc.ce.gov.br/spaace/>>. Acesso em: 02 abr. 2022.

_____. **CREDES**. Fortaleza, 2022. Disponível em: <<https://www.seduc.ce.gov.br/secretaria-executiva-de-gestao-da-rede-escolar/credes/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SOBRE OS ORGANIZADORES

FRANCISCO ODÉCIO SALES - Doutorando em Educação (Ensino de Matemática) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Bacharel em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2008) onde foi monitor de Cálculo Diferencial e Integral (2005) e bolsista de Iniciação Científico (PIBIC) financiado pelo CNPq (2005-2008) desenvolvendo pesquisa na área de Geometria Diferencial, com ênfase em Superfícies Mínimas e Equações Diferenciais Aplicadas. Licenciado Pleno em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2009). Especialista em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2015). Mestre em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2019). Especialista em Docência na Educação Profissional, Científica e tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (2020). Foi professor da rede pública estadual do Ceará entre 2009 e 2019, atuando no magistério do ensino fundamental e médio. Atuou entre 2013 e 2016 como Assessor Pedagógico na Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC/CE) onde coordenou projetos relacionados a educação Financeira, Educação Fiscal, Educação Científica e Formação de Professores. Representou o Ceará nas reuniões iniciais para implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Matemática. Professor tutor da Universidade Aberta do Brasil (UAB/IFCE) desde de 2010 atuando na Licenciatura Plena em Matemática. Atualmente é Professor de Educação Básica, técnica e tecnológica (EBTT) do Instituto Federal do Ceará (IFCE) atuando nas licenciaturas em Matemática e Física. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Geometria Diferencial. Coordena o Polo Olímpico de Treinamento Intensivo (POTI) de Crateús e o Projeto de Intervenção em Matemática (PIM). Atua nas seguintes frentes de pesquisa: Superfícies Mínimas, Geometria não euclidiana, Olimpíadas de Matemática e Equações Diferenciais Aplicadas. É membro do Laboratório de Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Música (IFCE Campus Crateús), do Grupo de Pesquisa em Matemática e Educação Matemática do IFCE e Professor Coordenador do Grupo de Pesquisa e Estudos em Ensino de Matemática do Ceará - GEPEMAC (em reconhecimento pelo CNPq). Orientador de Graduação e pós graduação (Monografia e TCC). Membro do corpo editorial das editoras Atena, DINCE e InVivo e da Revista Clube dos Matemáticos. Autor de livros na área de Matemática e Educação.

KARINE MOREIRA GOMES SALES - Professora efetiva da Rede Estadual de Ensino (SEDUC-CE). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da UECE. Mestre em Planejamento e Políticas Públicas pela Universidade Estadual do Ceará (UECE); Especialista em Gestão Educacional e Práticas Pedagógicas pela Universidade Cândido Mendes (UCAM); Pós-graduanda em Intervenção ABA para autismo e deficiência intelectual pelo CBI of MIAMI-Estados Unidos; Bacharel e Licenciada em Ciências Sociais pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Tem experiência na área de Políticas Públicas em Educação, com ênfase em Avaliação Educacional, atuando principalmente nos seguintes temas: Avaliação Institucional, Avaliação Ensino-aprendizagem, Sociologia, Antropologia, Gestão Escolar e Análise do Comportamento Aplicado (ABA) para autismo e deficiência intelectual. Membro do corpo editorial das editoras Atena, DINCE e InVivo. Autora de livros na área de Ciências Sociais, Políticas Públicas e Educação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Antiséptico 43, 44, 50, 51

C

Calendula officinalis 43, 44, 45, 50, 51

Competencias digitales 16, 27

Conidios de cultivo aéreo 8

D

Densidad 22, 26, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 40, 41

Diseño experimental 8, 9

E

Efecto fotoacústico 29, 30, 41

Evaluación de campo 8

F

Física 16, 17, 18, 19, 23, 27, 28, 41, 66, 77

G

Grosor 29, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 40

H

Hoja metálica 29

I

Índice de infección 8, 11, 13, 14

Índice de mortalidad 8, 12, 13, 14

In vitro media 43

L

Laboratorio remoto 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28

Láser rojo 29

Ley de Hook 29

M

Mediciones repetidas 8, 9, 11, 12, 13, 14

Mosquita blanca 8, 9, 11

N

Nanoparticles 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52

O

OBMEP 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 74, 75, 76

P

Propágulos de cultivo sumergido 8, 9, 12, 13, 14

Pruebas de hipótesis 8

S

Silver 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52

Spaece 76

T

Titanium oxide 43, 46, 50, 51

U




Unidades calor 8

CIENCIAS EXACTAS

Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

3






- 
-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIENCIAS EXACTAS

Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción

3

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br