

# Preferences in The Use of Technology in Foreign Language Learning

Lic. Carolina Luna Vallejo<sup>1</sup> and Dr. Elizabeth Alvarado Martínez<sup>2</sup>

**Summary**— The process of learning a Foreign Language has been affected by a variety of technological, instructional, and pedagogical developments in the past few decades (Teo & Zhou, 2014). The main reason many students use internet for their different academic tasks is due to the need of a fast delivery of knowledge and information whenever and wherever possible, but is that the only reason? This qualitative study aims to determine why and how students use technology to improve their Foreign Language and to discover what are the advantages and disadvantages of using it. In addition, one of the objectives of this research is to explore what online platforms students use to improve their language performance. A phenomenology approach was conducted with 15 students at a public university in the northern Mexico. The main findings showed that students use technology as a learning tool through applications in their cell phones or online platforms, to improve their foreign language. Furthermore, different advantages and helpful skills can appear in students' academic performance depending on the utility they give to this technological tool at the time of using it.

**Keywords**—Foreign Language Learning, EFL Preferences, E-learning, Technology Use, Online Platforms.

## Introduction

Nowadays many students use technology for their different academic tasks. The need of fast delivery of knowledge and information, whenever and wherever, has been the impact to the growth of technological tools for academic purposes. Moreover, Foreign Language Learning is a subject that featured prominently among students, for this reason language acquisition through technology has become a powerful tool all around the world. Usually, undergraduate students acquire a foreign language because it is essential for the college degree, and it provides them more job opportunities. Unfortunately, students, in some circumstances, don't have enough time or their economic situation doesn't allow them to enter to a language center. This research will provide a qualitative analysis in which 15 participants at a public university in the northern Mexico shared that EFL students use technology as a learning tool through applications in their cell phones or online platforms, to improve their foreign language.

### *Purpose Statement*

The purpose of this study was to explore how students at a public university in the northern Mexico use technology to improve their foreign language, the benefits they have by using technology and how they have improved their foreign language.

### *Theoretical Framework*

#### *English as a Foreign Language*

According to Cabrera (2020) English has been considered as a lingua franca that build bridges among people all around the world. Regarding the importance of English worldwide, Lewandowska (2019) acknowledged that English has several reasons to become a nowadays essential tool such as economic, cultural, and social reasons (as cited in Cabrera, 2020). In addition, Firth (1996) stated that people, who do not share either a common mother tongue or a common national culture, has used English as a contact language (as cited in Cabrera, 2020). In addition, the process of learning a Foreign Language has been affected by a variety of technological, instructional, and pedagogical developments in the past few decades (Teo & Zhou, 2014).

#### *Technology and Foreign Language Learning*

Nowadays, students prefer to use Technology while learning English. Amin and Sunsari (2020) mentioned that technology has been extensively adopted in the field of foreign language teaching in the term of lesson preparation, content/material development, and language testing. The discussion and study of technology are not new for language course designer or tester (Chalhoub Deville, 2001 as cited in Amin & Sunsari, 2020). Chen (2012) concluded that it has proven to give positive effects in widening the horizons of L2 learning and influencing the

<sup>1</sup> Lic. Carolina Luna Vallejo is a student of the master's degree in Applied Linguistics at the Autonomous University of Nuevo Leon (UANL). carolina.lunava@uanl.edu.mx (**corresponding author**)

<sup>2</sup> Dr. Elizabeth Alvarado Martínez is a full-time professor at the Faculty of Philosophy and Letters at the Autonomous University of Nuevo León, Mexico (UANL). elizabeth.alvaradomt@uanl.edu.mx

nature of acquisition process and the object of study in two ways: increasing the amount of L2 exposure and expanding scopes of L2 input (as cited in Amin & Sunsari, 2020).

### *Students' Perception & Efficacy of Using Technology in Teaching English*

On the other hand, students present different perceptions regarding technology. In this way, Liton (2015) mentioned that students' positive perception is essentially important for technology adoption in education and its effectiveness and implementation. According to Pelgrum (2001) technology is "not only the backbone of the Information Age, but also an important catalyst and tool for inducing educational reforms that change our students into productive knowledge workers" (as cited in Liton, 2015). So, to "become successful members of the global marketplace, all the countries globally must produce competent persons who are highly qualified in the realm of information and communication technology" (Gonzenbach & Davis, 1999 as cited in Liton, 2015).

## **Method Description**

### *Population and Sample*

An open questionnaire was applied to 15 students of 6th semester at a public university in the northern Mexico. To answer the open questionnaire, participants must be from the Linguistics College and be English learners. The sample of this research focused on students who are from the teaching field and have an advance English level to accomplish the main objective which is to establish the principal reasons students prefer to use technology to learn a new language.

### *Instrument for Collection Data*

An open questionnaire was selected as the instrument because is a reliable resource, all the questionnaires were in English, and they were collected in different papers in which 15 selected students answered 7 questions. Moreover, the collected data was introduced in MAXQDA program in which the participants' answers were analyzed to give categories, subcategories, codes, and view how many times they have the same answers.

### *Analysis of Data*

The data collected from the questionnaires applied to the fifteen students provided the necessary information to obtain seven categories in which appeared different subjects categorized as: opinion, utility, preferences, advantages, disadvantages, fast-emerging platforms, and language knowledge effect.

Category	Code 1 Learning Tool	Code 2 Utility	Code 3 Teaching tool	Code 4 Helpful	Code 5 Necessity	Code 6 Useful	Code 7 Update
Opinion	10	9	4	4	4	3	2

Table 1. Opinion Category

In the first category "opinion" participants shared their perspectives about technology use to improve a foreign language and in the first code, 10 from 15 participants said that nowadays it represents a learning tool, as a participant 14 mentioned "Technology has opened a lot of different opportunities to learn a foreign language". Indeed, technology has become a tool in language centers and different bilingual schools in which their books provide CDs or websites to complement what students have learned in class. Moreover, in the second code, other participants said that technology represents an important utility for students because it has a lot of benefits, just as participant 14 said "Today is more functional than ever". Furthermore, different participants said that it represents a teaching tool which is helpful for teachers and that students see it as a necessity, as a participant said, "Nowadays it is necessary the use of technology when you are teaching a second language". In addition, another participant said "Including the use of technology in a positive way into our learning process is very helpful" through these answers it is concluded that students and also teachers, at least in Mexico, see technology as a priority that helps to improve and also, they become better in their language classes.

Regarding the useful code, students said that technology worked for students' achievement. Furthermore, they mentioned similar things like "Technology is a very useful tool to improve a second language" and some participants that already work as teachers said that "Sometimes when they don't understand completely we can use technology to give them more examples" by making a comparison of these answers it can be said that it works for both students and teachers as a useful tool in order to implement their knowledge by different options in which students don't get bored. Finally in the last code, participants said that is important for students and second language learners to update themselves by saying that "It is very important for students and second language learners to innovate and to update themselves" in fact, that is true. In our daily activities we always need to update ourselves by

what is happening around the world and by the things that are in constant change. There were not negatives opinions about technology use to improve a second language.

Category	Code 1 Learning Tool	Code 2 Visual Media	Code 3 Apps	Code 4 Practice	Code 5 Websites	Code 6 Platforms Usage
Utility	9	8	6	6	5	4

Table 2. Utility Category

In the second category “utility”, participants shared their perspectives about the different ways students, who are in the process of learning a foreign language, use technology to improve their knowledge and in the first code 9 from 15 participants said that students used it “to acquire more vocabulary and improve my listening skills”, through their answers it is showed different ways they use technology as a learning tool. Furthermore, in the second code, some participants said that students try to look for visual media in order to complement what they already know, almost all of the participants mentioned that “Students could navigate on YouTube because it has a lot of videos in which exist teachers that teach the structures of the language” for this reason, visual media form part of utility in which is mention several times that videos were a helpful technology tool for them.

In the next two codes, most of the participants said that generally students use applications to complement their knowledge of a certain topic and by using them they try to practice more, through the answers they mentioned that “Language apps can be useful and helpful for second language students to support what they learn in class by practicing” many students mentioned the same thing, which nowadays it is a reality even though there is people that use technology to loss their time, other ones use it to learn more about different things, in this case, a language. On the other hand, in the fifth code, other participants said that students look for websites that have structural grammar explain in different ways such as participant 4 said that “I consider that they use it in their daily classes by using platforms or websites which help them to have a better understanding of what they are learning”. Through this answer there could be infer that, websites, and platforms play an important role in students’ usage of technology.

Regarding platforms usage, participants said that students use them to answer dynamic exercises such as participant 6 mentioned “What I do is to play games on the internet platforms such as Kahoot or Duolingo. I prefer them because it is more interactive”. Most of the students try to look for these platforms because for them is more interesting to have different type of exercises rather than do the same all the time. There were also some other codes that were mentioned once such as searching, games, social media, TV, and texts which also form part of students’ usage but are not that common.

Category	Code 1 Utility	Code 2 Disinterest	Code 3 Learning Tool	Code 4 Update	Code 5 Platforms Usage
Preferences	12	8	7	6	5

Table 3. Preferences Category

In the third category “preferences” participants shared their perspectives about the reasons students prefer to use technology platforms to improve their foreign language rather than books. In the first code, 12 from 15 participants said that technology’s utility is the main reason because it is easier, accessible, and faster than a book, such as participant 9 said “I think technology platforms are preferred because the easily way we can get to practice anywhere at any time without carrying a lot of books” through this answer it is once again proved that technology utilities are essential in students’ lives. In the second code, other participants said that students are starting to have disinterest in books and prefer technology as a tool to learn. Participant 7 said “For them it is cool to learn something new instead of books because maybe for them it is bored”. We as language learners sometimes get tired of using books as our learning resource and by this investigation, I confirmed by different answers this code.

In the third code, participants mentioned that technology works better as a learning tool than books. Through the answers it is interesting how learning tool is always related with technology, participant 4 said that “It is better if we have another tool that can help us to expand our knowledge”. These kinds of comments permit us to see how students prefer technology and the desire of learn through new innovations. In the fourth code, participants affirmed that books are old, and schools need to update their materials. Participant 1 “We are leaving traditional strategies and looking for ones that include some tools of technology to learn or teach” This is something that almost everyone hears nowadays, students want more ways to increment their skills in school, so they need to update. Regarding platforms usage, participant 6 said that “they are learning in a more didactic and funnier way through these platforms” they emphasize that by different platforms we, as students, can get distract in a positive way so we can study, complement our homework, etc. Finally, there were also some other codes that were mentioned once such

as important tool, games, freedom, new skills, entertainment, and lack of awareness which also have influence students' preferences.

Category	Code 1 Students' Attention	Code 2 Utility	Code 3 Reliable Source	Code 4 More Opportunities	Code 5 Practice	Code 6 Save Money	Code 7 Self-taught Students
Advantages	8	8	5	5	5	2	2

Table 4. Advantages Category

In the fourth category “advantages” participants shared some benefits of using technology to improve foreign learning language. In the first code, 8 from 15 participants said that one of the main benefits is that technology has all students' attention so they are alert in every sense, participant 1 mentioned that “Technologies help to keep the learners in paying attention” through this answer we can see reflect our generation, students are constantly checking their phones or also they are using their laptops all the time so the moment they find something that help them to improve their knowledge technologies get all the attention. Students also mention utility and participant 6 said that “Another benefit is the ease of this tool” as these tools have become an “everyday thing” we are able to perform any activity through these devices.

In the next three codes, most of the participants said that nowadays, technology provides lots of information and most of it is from reliable sources as participant 3 mentioned that “one of the advantages is that with technology you have access to a lot of information, so we can learn anything we want by using technology in the correct way” There are a lot of sources that provide information of good quality that can help us when we have doubts of any kind. Also, participants mentioned that students have more opportunities to learn, and new language and they can practice every time they want. Participant 5 said that “Also, we can download apps and practice whenever we want”. Technology gives us the opportunity to learn in an ease way and let us practice several times a new topic we have learned. Finally, in the last two codes, participants said that for students who have difficult economic situations is easier to learn a language by using internet and save money for other things than go to a language center which they cannot afford. Participant 4 said that “If they do not have money to pay an English course, they can learn by their own in some websites” and in this way, also, they are developing the skill of self-taught.

Category	Code 1 Lack of concentration	Code 2 Comfort Zone	Code 3 Lack of feedback	Code 4 Non real situations	Code 5 Not reliable sources
Disadvantages	10	4	2	2	2

Table 5. Disadvantages Category

In the fifth category “disadvantages” participants mentioned some disadvantages of using technology to improve a second learning language and in the first code, 10 from 15 participants reported that the main disadvantage could be when students have a lack of concentration, they got distracted by the social media and the cannot put any attention on their scholar assignments just as participant 7 mentioned “Maybe they got distracted and instead of using it for learning a new language they use it for play videogames, see other things on Youtube”. It is important that if we want to learn or our future students learn from the new technologies, they need to be guided by tutors and in that way, they can focus in the real problem that is dominate a new language. In second code, most of the participants said that students feel like masters at the second language just because they are good answering the activities given by the apps, so a disadvantage is that they stay in their comfort zone. Participant 9 said that “Some students don't put the same effort or engagement as if they were in a classroom”, as mentioned before it is important that a student be focus on the real problem so he/she can get out of his/her comfort zone and start to shine at the language they want to dominate.

In the next three codes, other participants said that lack of feedback. Participant 6 said that “We do not have the opportunity to have feedbacks and to have deeper explanations about topics that we do not understand at all” that is a disadvantage because students, sometimes, don't know why their answers are wrong and they don't have anyone to tutor them in their mistakes; another one is that websites separate student of real world so they don't know how to interact in normal situations, participant 5 said that “A disadvantage is that when using technology, we do not practice our speaking skills with real people which is important because it is necessary to learn how to interact and to deal with real situations”. It is important that students get involved with real life situations, so they are able to realize anything in their future jobs. They also mentioned that they are a lot of fake information and not reliable sources, and students usually use them for other things rather than for study. Participant 9 mentioned that “There are



many pages and sources that aren't reliable or trustful and we can learn wrong information", sometimes we do not know how to search for reliable information, and this happens, we learn the information in a wrong way so it is important that if we are looking for a specific topic we must check references.

Finally, there were also some other codes that were mentioned once such as the next situations. Participants shared that students can get disinterest by using technology, sometimes they present lack of awareness in technology tools so they don't know how to use websites, there is a lot of information on the websites so it could be dangerous to let search all the afternoon without an adult that take care of him. Others participant mentioned that sometimes, you can find the answered material, so students do not learn anything and another one said that is expensive to pay internet.

Category	Code 1 Applications	Code 2 Visual Media	Code 3 Social Media	Code 4 Translators	Code 5 Web Browsers
Fast Emerging Platforms	11	5	4	3	2

Table 6. Fast Emerging Platforms Category

In the sixth category "fast-emerging platforms" participants mentioned the platforms they considered the most used nowadays between students to improve their second language and in the first code, 11 from 15 participants said that almost all the students use different Applications such as Duolingo, Babel, etc. Participant 3 said "I think Duolingo is one of the most famous platforms used by second language learners. There is also Kahoot!, which is my favorite one because you can play and compete with your partners." Most of the participants prefer those two applications which I have had the opportunity to use and are useful. In the second code, some participants mentioned that they usually use visual media, for example YouTube, to improve their knowledge. Nowadays there are people that dedicate to upload videos explaining scholar topics, so students prefer to watch them.

In the third code, other participants said that social media helps them to improve their vocabulary and interaction with people all around the world by using Twitter, Facebook, Instagram, and others. In the fourth code, participants shared that students also use translators that help them to search meanings in an easier way. Finally, regarding web browsers, they mentioned that they found a lot of information on any page. Participant 7 said that "On google exist a lot of websites in which it is explained everything about a specific language" it is true we can search with one click what we want to know of a certain topic but as there is mentioned before, there are some risks.

Category	Code 1 New skills	Code 2 Enjoyment	Code 3 Practice	Code 4 Non real situations	Code 5 Not reliable sources
Language Knowledge Effect	5	4	2	2	2

Table 7. Language Knowledge Effect Category

In the seventh category "language knowledge effect" participants mentioned the effects of technological tools in student's second language knowledge and in the first code, 5 from 15 participants said that almost all the students develop new skills by using them. Participant 13 mentioned some new skills, "Students are usually more interested in learning a second language through technology, they develop their interaction, they learn to socialize with native speakers and their hobby in social networks becomes learning." Through this kind of answer, we can observe how technology even though has its negative positions, such as get distracted, students can get better at what they want to learn and acquire new skills by using it. In the second code, some participants mentioned that they have fun while learning new things, so enjoyment is another effect of technology use. Participant 3 mentioned that "They can learn while having fun so that would leave them free of stress or pressure". While some students get tired of books and do nothing to get better, others try to look for another tool that can help them to get more interested.

In the next three codes, other participants said that students learn quickly because they can practice at their houses and not only seen the language at school. Participant 7 "They learn quickly because they could practice at their houses and not only seen the language at school" Through this answer there were both positive and negative comments, we can see that some of the effects are reflected in students' practice, they can do it several times until they feel it is enough and get better in their second language. On the other hand, the negatives effects were that they lose their ability to socialize in the language they want to learn because technology only gives them non real situations in the activities. Participant 14 said that "It can create some deficiency in their social abilities and the knowledge they could have without cell phone" and it is mentioned that sometimes the information they got is wrong so they learn new things but that does not help them because of not reliable sources.

Moreover, Participant 5 said that "It is common to find wrong information and get confused" through this negative answers we can observed that first, it is important that we have more than this tool to accomplish our

objective and second, it does not matter that we are able to handle technology alone it is important to have second opinions about the information we are getting and in that way if a student does not realize that the information he/she is getting is wrong, someone else can. Finally, there were also some other codes that were mentioned once such as they have more opportunities by using technology, they also mentioned that reliable sources are provided but pointing that if you don't use technology in the right way, it could be a waste of time.

### Final comments

#### *Summary of Results*

Through this research, the main reasons about students' preference in using technology to learn a new language reflected that they see technology as a learning tool, and it was emphasized all the utilities technology has given them in which more benefits appear than when they pay for a course in a language center. Other participants mentioned that before using technology as a tool to learn a foreign language by using it students present more improvement in their academic task, they are more updated and know more about others culture environment and they define technology as a necessity that everyone must have nowadays. Furthermore, it was demonstrated that technology use affects their learning, some students use technology in the correct way, as a result, they take advantage of it by watching new topics in visual media or even talking to strange people in their social networks but when they loss the main purpose of using them, which is to improve their foreign language, they do not get anything of it but waste their time.

As a result, it was found out that some of the advantages students can present by using technology to improve a foreign language are that students give all their attention to it because it is different, dynamic and they enjoy using it. On the other hand, disadvantages are also presented such as some students don't improve their skills because they don't propose goals and stay in their comfort zone and, they loss their concentration by using their social network. Finally, the investigation purpose was also to find out the different devices they use and the effect it has in their language knowledge. The most mentioned were applications such as Kahoot and Duolingo, which in my experience, give you the opportunity to learn while you are having fun. On the other hand, those were not the only options participants mentioned, social media and web browsers seem to be important for students' language development where they can acquire new things even though those technology tools are not academic. Through the participants' answers, it can be concluded that there are positive and negative effects in their academic development. New helpful skills appear while also you have the risk of contaminate your knowledge with fake information.

#### *Conclusions*

The investigation accomplished the main objectives that were to establish the principal reasons in students' technology use in foreign language learning. Through the analysis, it was noticed that students' opinions were about how they consider technology as a learning tool, and they shared that the advantages of using it is based in the utility they give to the technology tool. There were advantages and disadvantages mentioned and one of the main disadvantages was that students lost their concentration while using technological tools. For the future teachers, this type of investigation helps them to understand students' technology necessities and how they can adapt them in their classroom to be involved in their students' environment. In that way, they can give them more opportunities to learn, as we all know, there are students that do not learn anything in their schools. Teachers would be doing everything they can, so their students acquire knowledge.

### References

- Amin, F. M., & Sundari, H. (2020). EFL students' preferences on digital platforms during emergency remote teaching: Video Conference, LMS, or Messenger Application?. *Studies in English Language and Education*, 7(2), 362-378.
- Cabrera, P. (2020). The Use of Digital Portfolios to Enhance English as a Foreign Language Speaking Skills in Higher Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(24), 159-175. <https://www.learntechlib.org/p/218569/>.
- Liton, H. A. (2015). Examining students' perception & efficacy of using technology in teaching English. *International Journal of Education and Information Technology*, 1(1), 11-19.
- Teo, T., & Zhou, M. (2014). Explaining the intention to use technology among university students: a structural equation modeling approach. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(2), 124-142. doi:10.1007/s12528-014-9080-3

### Biographical Notes

**Lic. Carolina Luna Vallejo** studied the degree in Science Language at Autonomous University of Nuevo Leon (UANL). She is currently studying a master's degree in Applied Linguistics at Autonomous University of Nuevo Leon (UANL).

**Dr. Elizabeth Alvarado Martínez** is a full-time professor at the Faculty of Philosophy and Letters at the Autonomous University of Nuevo León, Mexico (UANL).

# ***Gymnocoronis sessilis* en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas con Humedales Artificiales**

MCIBQ. Anel Magaña Flores<sup>1</sup>, y Dr. Gaspar López Ocaña<sup>2</sup>.

**Resumen**— En este estudio se evaluó la especie *Gymnocoronis sessilis*, para identificar el potencial de fitorremediación de aguas residuales domésticas en el arranque de humedales experimentales de flujo libre (HAFL) y subsuperficial (HAFS), con dimensiones de 2.5 m de largo x 1.2 m de ancho x 1 m de alto con tirante operativo de 0.5 m. Se trabajó con 12 HA (3 HAFL-T, 3 HAFL-Gs, 3 HAFS-T, 3 HAFS-Gs), tratando agua residual con un gasto de 200 L/día por cada uno de los tiramientos. En la eficiencia de remoción de Turbiedad como principal parámetro de control de procesos alcanzó remociones de 51.7% en el HAFS-T, 62.0% en el HAFS-Gs, -38.0% en el HAFL-T y 44.5% en el HAFL-Gs. Con estos resultados el mejor tratamiento y adaptación de la especie se da en los HAFS.

**Palabras clave**—Color, humedal artificial de flujo libre, humedal artificial de flujo subsuperficial, turbiedad.

## **Introducción**

El principal problema en el tratamiento de aguas residuales en todo el mundo es debido a que las principales tecnologías convencionales presentan altos costos de construcción y operación principalmente (Carvajal et al. 2018). Los humedales artificiales son utilizados como tecnología sustentable, económica y amigable replicando los beneficios de un humedal natural (Arteaga et al. 2019) y su capacidad de remoción estará definida por factores ambientales (Mora et al. 2020). Los humedales artificiales normalmente son construidos para disminuir los contaminantes orgánicos e inorgánicos de cuerpos acuáticos receptores en tratamiento primario y secundario (Heredia et al, 2020) y como es bien sabido gracias a los insumos que se usan en él, ayudan a bajar estos en construcción, operación y mantenimiento.

Existen especies ya conocidas y estudiadas para el uso en los humedales artificiales, en este estudio se evalúa, *Gymnocoronis sessilis* S. F. Blake, que es una especie poco conocida, la primera observación en el estado de tabasco data de 1889, por J.N. Roviroso, quien la describió para el herbario nacional de Estados Unidos de América, de acuerdo con datos de CONABIO 2016 es una especie nativa de ambiente dulceacuícola distribuida a lo largo de Campeche, Chiapas, Nayarit, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz, sin embargo, Según Villalobos-Zapata 2010, esta especie crece en ecosistemas fuertemente preservados y al ser modificados son propensos a la extinción, ya que tanto *Gymnocoronis sessilis* como *Benjaminia reflexa* habitan principalmente en sitios de agua dulce (Mora et al. 2013), por lo que puede pensarse no apta para la fitorremediación de aguas residuales en humedales, no obstante esta especie fue encontrada y recolectada en un arroyo o canal de aguas residuales doméstica, con buena mancha de extensión, por lo que es necesario evaluar el potencial de fitorremediación de esta especie.

## **Descripción del Método**

### *Área de estudio*

Este estudio se llevó a cabo en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) en la Planta Piloto de Humedales Experimentales del Laboratorio de Tecnología del Agua, (N 17° 59' 26"; W 92 58' 16"). Se trataron aguas domesticas generadas por las actividades propias de la división, sin embargo, cabe destacar que en el periodo de estudio se trabajó con aguas débiles (baja carga orgánica y caudal) de acuerdo con el criterio de Crites y Tchobanoglous (2000) por la pandemia de Covid-19 lo cual fue conveniente para la adaptación de la especie al humedal. Estos resultados son de la etapa de arranque del humedal y corresponden a seis meses de estudio (agosto-diciembre 2021)

### *Unidades experimentales.*

Se utilizó las unidades experimentales propuestas y desarrolladas por López et al., (2014), con dimensiones de 2.5 m de largo x 1.2 m de ancho x 1 m de alto con tirante operativo de 0.5 m, con una superficie aproximada de 3 m<sup>2</sup> y un volumen total de 3 m<sup>3</sup>. Se trabajó con 6 humedales artificiales de flujo libre y 6 humedales artificiales de flujo subsuperficial), suministradas con agua residual sanitaria concentrada en un cárcamo y controlada en un tanque de

<sup>1</sup> La MCIBQ. Anel Magaña Flores es Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales de la UJAT, Profesora del Instituto Tecnológico de Villahermosa. E-mail: [anelmf1@gmail.com](mailto:anelmf1@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Gaspar López Ocaña es profesor-investigador de tiempo completo en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. E-mail: [ocanagl77@hotmail.com](mailto:ocanagl77@hotmail.com).

control situado a 1.2 m de altura, permitiendo que el agua se reparta por gravedad durante 24 horas. Con un gasto operativo de 200 L/día por cada uno de los tiramientos.

#### *Colecta y siembra de especie.*

La especie fue recolectada en el arroyo aledaño a la planta de tratamiento de aguas residuales Macultepec, Centro Tabasco, con coordenadas de ubicación 18.1480123, -92.855817, de donde se tomó cuidadosamente de la superficie del agua y fue trasladada a la planta piloto, para recabar datos morfológicos y su posterior siembra en los humedales. Los humedales experimentales fueron llenados previos a la siembra con grava procedente del banco de materiales Pichucalco, con una porosidad de 53.9 % y una resistencia a la corrosión química de 98.4%, 50 cm de profundidad para los HAFS y 15 cm para los HAFL. Las especies se sembraron en el medio de soporte a una profundidad de 15 (HAFL) y 25 cm para los HAFS. En cada humedal se sembraron 25 plantas, de manera triangular conforme al método tres bolillos, recomendado por García et al., (2019). Para el caso del HAFL las plantas, fueron colocadas estratégicamente sobre la superficie del agua cuyo tirante fue de 50 cm.



**Figura 1.** Preparación de los HAFS y HAFL experimentales con *Ludwigia octovalvis* con método tres bolillos.

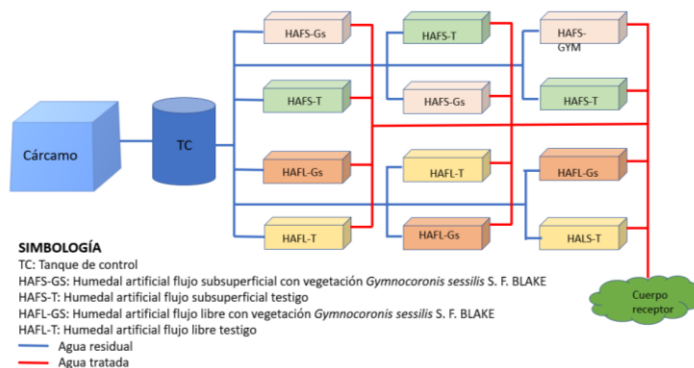
#### *Monitoreo de la etapa de arranque y estabilización*

Se analizaron los parámetros pH, Temperatura, Conductividad eléctrica (CE), Sólidos disueltos totales (SDT) y turbiedad, mediante los métodos, SM 9040 B, SM 2550, SM 1250 B, SM 2540, SM 2130 B respectivamente, a un mes de la siembra para poder constatar su adaptación al medio (agua residual y medio de soporte) así como la eficiencia de remoción al inicio del experimento, para lo cual se hicieron monitoreos a la entrada (tanque de control) y al agua de salida de los humedales artificiales. Para el cálculo de temperatura, CE, SDT y pH se utilizó el multiparamétrico HANNA Waterproof Tester modelo HI 98129, y la turbidez se determinó con un turbidímetro HANNA HI 98703

#### *Eficiencia de remoción y diseño experimental*

La eficiencia de remoción del color aparente y la turbiedad de cada tratamiento se calculó con base a la Ecuación 1 (García et al., 2019). Para su análisis se empleó un diseño aleatorio de un factor: HA con vegetación y sin vegetación. Analizando como variables dependientes: el pH, la temperatura, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales y la turbiedad del agua residual y residual tratada. Todos tratamientos fueron alimentados de un mismo afluente de agua residual (cárcamo) y controladas en un tanque de control a las mismas condiciones de operación.

Los tratamientos evaluados correspondieron a lo siguiente: Humedal Artificial de Flujo Libre con *Gymnocoronis sessilis* (HAFL-Gs), Humedal Artificial de Flujo Libre sin especie (HAFL-T), Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial con *Gymnocoronis sessilis* (HAFS-Gs) y Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial sin especie (HAFS-T). Se empleó un análisis de varianza de Kruskal – Wallis para datos no paramétricos y un contraste de medianas W de Mann – Witney para determinar diferencias estadísticamente significativas, así como un contraste de medias de Fisher con LSD con contraste múltiple de rangos para los datos paramétricos, Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el software STAGRAPHS CENTURION™ v 18.0 con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . Los valores obtenidos se reportan como media  $\pm$  desviación estándar para los datos paramétricos y mediana  $\pm$  rango intercuartil para los no paramétricos. Letras iguales indican que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos. En la figura 2 se puede observar el acomodo en planta de los HA



**Figura 2.** Esquema de distribución de los humedales artificiales.  
**Comentarios Finales**

*Resumen de resultados*

Los resultados obtenidos son alentadores, ya que si bien como se menciona anteriormente se trabajó con aguas débiles, se puede observar que existe remoción en la mayoría de los parámetros, y que se cumplen con los criterios de los límites máximos permitidos (Tabla 1) cabe destacar que las plantas aún se encontraban en crecimiento dentro del reactor por lo solo cubrían una cuarta parte de la superficie del mismo,

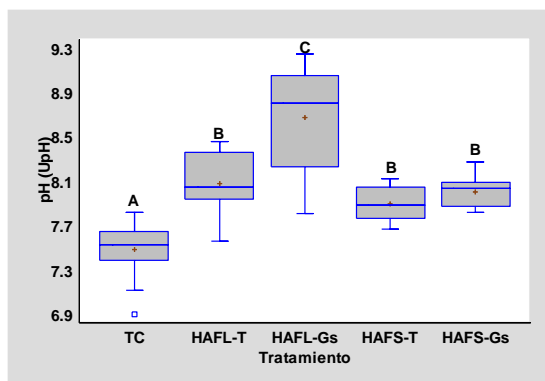
**Tabla 1.** Promedio ( $\pm$ DE) de contaminantes básicos en los resultados de los tratamientos del experimento en fase de adaptación ( $N=72$ )

Parámetro	TC		HAFL-T		HAFL-Gs		HAFS-T		HAFS-Gs		LMP	Ref.
	X	$\pm$ DE	X	$\pm$ DE	X	$\pm$ DE	X	$\pm$ DE	X	$\pm$ DE		
pH (UpH)	7.5	0.2	8.1	0.3	8.7	0.5	7.9	0.2	8.0	0.2	6 a 9	a
Temperatura (°C)	28.5	5.9	28.7	1.9	29.4	1.9	28.5	8.4	29.2	1.9	35.0	a
CE ( $\mu$ S/cm)	665.4	110.6	290.9	12.6	319.6	25.1	364.5	15.0	374.8	37.3	1011.0	b
SDT (mg/L)	333.3	54.8	145.9	6.9	159.9	12.4	182.3	7.3	187.7	18.5	---	
Turbiedad (UNT)	6.45	1.38	8.91	1.83	3.58	0.66	2.38	0.48	2.45	0.6	15.0	c

a) NOM-001-SEMARNAT-2021, b) CE-CCA-001/89 y c) LFDDAN, LCA, 2019.

*Reducción del pH*

El pH del agua residual en el tanque de control fue de  $7.5 \pm 0.26$ . La prueba de Kruskal-Wallis para el contraste de medianas indicó que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.005$ ) entre los tratamientos evaluados con un 95% de confianza (Figura 3). El valor mediano más bajo de pH se encontró en el HAFS-T de  $7.8 \pm 0.28$  seguido del HAFS-Gs con  $8.03 \pm 0.82$ . Los valores medianos más altos se encontraron en el HAFL-Gym y HAFL-T  $8.8 \pm .825$  y  $8.05 \pm 0.42$  respectivamente. La Figura # se observa que los HAFL presentan rangos ligeramente alcalinos, lo que puede deberse a la presencia de algas y en el caso particular del humedal con vegetación a algún componente alcalino dentro de la planta, puesto que puede observarse un comportamiento similar a escala menor en los humedales de flujo subsuperficial con vegetación y sin vegetación.

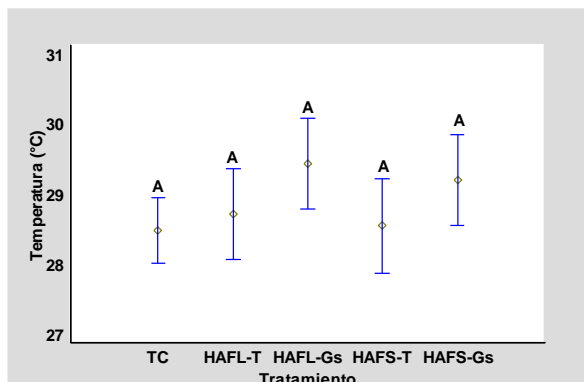


**Figura 3.** Valores medianos  $\pm$  ( $\pm$ Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>) de pH. Letras diferentes indican diferencias ( $p < 0.05$ ) ( $N=72$ ).



*Reducción de la temperatura*

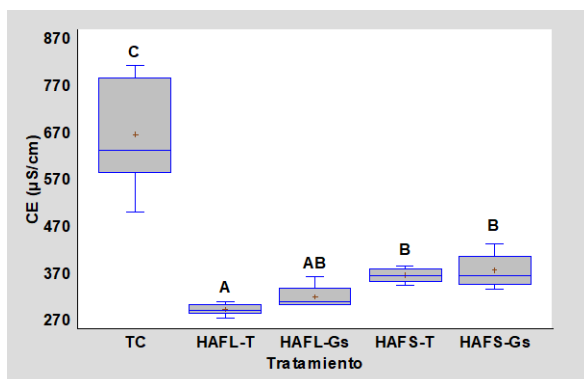
La temperatura del agua residual en el tanque de control fue de  $28.47^{\circ}\text{C} \pm 1$ . La prueba de Fisher para el contraste de medias indicó que no existen diferencias entre los tratamientos evaluados con un 95% de confianza (Figura 6) evaluados con un 95% de confianza (Figura 4)



**Figura 4.** Valores medios  $\pm$  DE de temperatura. Letras diferentes indican diferencias ( $p < 0.05$ ) ( $N = 72$ ).

*Reducción de la conductividad eléctrica*

Los valores CE del agua residual en el tanque de control fue de  $631.5 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 203$ , La prueba de Kruskal-Wallis para el contraste de medianas indicó que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.005$ ) entre los tratamientos evaluados con un 95% de confianza (Figura 5). El valor mediano más bajo de CE se encontró en el HAFL-T con  $289.5 \pm 18$  seguido del HAFL-Gs con  $307 \pm 33$  Los valores medianos más altos se encontraron en el HAFS-Gs y HAFS-T con  $364.5 \pm 59.5$  y  $364 \pm 24.5$  respectivamente.



**Figura 5.** Valores medianos ( $\pm Q_1, Q_3$ ) de CE. Letras diferentes indican diferencias ( $p < 0.05$ ) ( $N = 72$ ).

*Reducción de los sólidos disueltos totales*

Los SDT del agua residual en el tanque de control fue de  $318.5 \text{ mg}/\text{L} \pm 103$ , La prueba de Kruskal-Wallis para el contraste de medianas indicó que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0.005$ ) entre los tratamientos evaluados con un 95% de confianza (Figura 6). El valor mediano más bajo de SDT se encontró en el HAFL-T de  $144.5 \pm 9$  seguido del HAFL-Gs con  $159.9 \pm 15.5$  Los valores medianos más altos se encontraron en el HAFS-Gs y HAFS-T con  $187.6 \pm 29.5$  y  $182.2 \pm 12$  respectivamente, este comportamiento es muy parecido al presentado por la conductividad eléctrica, lo que concuerda con Goyenola, 2007, quien indica que la lectura de CE esta relacionada directamente con iones presente en la solución, como cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio.

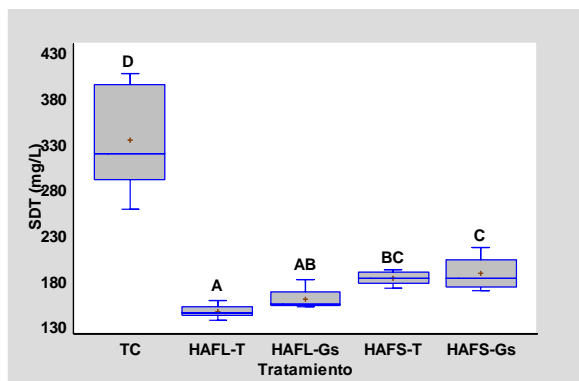


Figura 6. Valores medianos  $\pm$  ( $\pm Q_1$ ,  $Q_3$ ) de SDT. Letras diferentes indican diferencias ( $p < 0.05$ ) ( $N = 72$ ).

Reducción de la turbiedad

La turbiedad del agua en el tanque de control fue de  $6.5 \pm 2.35$ . La prueba de Kruskal-Wallis para el contraste de medianas indicó que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p < 0.005$ ) con un 95% de confianza (Figura 5). El valor mediano más bajo de turbiedad se encontró en el HAFS-Gs con  $2.2 \pm 0.7$  seguido del HAFS-T con  $2.4 \pm 0.66$  encontrándose el valor más alto en el HAFL-T con  $8.95 \pm 3.2$ , de nuevamente podemos observar una afectación de las algas en los HAFL, el desprendimiento de sus partes vegetativas probablemente provoque alta turbiedad, de acuerdo con Comparán en el 2020 aquellos tratamientos sin vegetación, tienden a tener enriquecimiento de nutrientes que aprovechan las algas para proliferar.

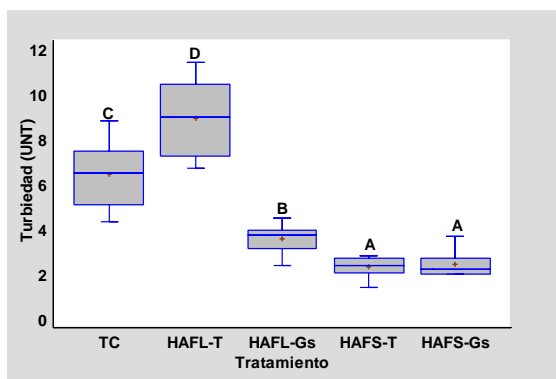


Figura 6. Valores medianos  $\pm$  ( $\pm Q_1$ ,  $Q_3$ ) de la turbiedad. Letras diferentes indican diferencias ( $p < 0.05$ ) ( $N = 72$ ).

En la Tabla 2 se pueden observar las eficiencias presentadas por los HA, observamos como los resultados en los HAFS son muy similares entre sí, esto debido a dos razones fundamentales dentro del experimento, recordemos que la evaluación se llevo a cabo a escaso mes de la siembra por lo que las plantas en el humedal, aún no alcanzaban la madurez necesaria, para brindar todo su capacidad de remoción ni dispersarse a lo largo y ancho del mismo, además el reactor testigo, no funciona como testigo inerte, es decir, aunque sólo se colocó el medio de soporte en el crecieron plantas (llegaron semillas por aire y excretas de iguanas) que ayudaron a la absorción de nutrientes, tales como *Canna indica*, *Ludwigian octovalvis* y *Cyperus odoratus*, que de igual manera, aun no llegaban a su completa madurez. En todos los HA existió un ligero aumento del pH muy probablemente debido a la naturaleza de las plantas, a excepción del HAFL-Gs en donde el aumento del pH fue marcado.

Tabla 2. Eficiencia de remoción promedio en porcentaje (%) de los contaminantes básicos en los tratamientos.

Parámetro	HAFS-T	HAFS-Gs	HAFL-T	HAFL-Gs
pH (UpH)	-5.4	-7.5	-7.9	-15.8
Temperatura (°C)	-0.2	-2.5	-0.8	-3.4
CE ( $\mu S/cm$ )	45.2	43.7	56.3	52.0
SDT (mg/L)	45.3	43.7	56.2	52.0
Turbiedad (UNT)	63.1	62.0	-38.0	44.5

### Conclusiones

Estos resultados son alentadores ya que, demuestran potencial de remoción que tiene la especie *Gymnocoronis sessilis*, así como de su capacidad de adaptación, lo que permite, continuar con la etapa de estabilización aumentando la carga orgánica al HA, puesto que augura buenos resultados, para cuando la planta alcance madurez y cubra el total del reactor experimental. Durante esta etapa la especie se adaptó y fue más eficiente en el HAFS.

### Recomendaciones

Se sugiere seguir observando el comportamiento de *Gymnocoronis sessilis* en la absorción de nutrientes en aguas residuales, así como estudiar otros parámetros que podrían complementar esta investigación, ya que al parecer es una planta con alto potencial que no ha sido estudiada con anterioridad, ya que como dije se creía que no era de fácil adaptación, pero hasta el momento las condiciones han sido favorables para ella.

### Referencias

- Blake, S. F. (1923). A new *Gymnocoronis* from Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 36: 179-180
- Comparán Sánchez L.E., López Ocaña G., Estrada Pérez N., García Ramírez F.Y. (2020). Tratamiento de aguas sanitarias con humedales artificiales plantados con *Cladium jamaicense*, *Academia Journals*, 12 (4)
- CONABIO (2016) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Enciclopedia
- DOF (1989) Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89. *Diario Oficial de la Federación*, miércoles 13 de diciembre de 1989. Semarnap, Comisión Nacional del Agua, con base en: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4837548&fecha=13/12/1989](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4837548&fecha=13/12/1989). Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020.
- Heredia Moyano, S., Gavilanes Montoya, A., & Heredia Moyano, M. F. (2020). PURIFICATION OF WATER CONTAMINATED WITH HYDROCARBONS IN THE RUMIYACU RIVER, USING ARTIFICIAL WETLANDS IN THE PROVINCE OF FRANCISCO DE ORELLANA. *Perfiles*, 1(24), 84-93. Retrieved from <https://perfiles.espech.edu.ec/index.php/perfiles/article/view/90>
- Mora-Olivo, Arturo, Villaseñor, José Luis, & Martínez, Mahinda. (2013). Las plantas vasculares acuáticas estrictas y su conservación en México. *Acta botánica mexicana*, (103), 27-63. Recuperado en 23 de abril de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-71512013000200004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512013000200004&lng=es&tlng=es)
- Mora-Orozco, Celia De La, Saucedo-Terán, Rubén Alfonso, González-Acuña, Irma Julieta, Gómez-Rosales, Sergio, & Flores-López, Hugo Ernesto. (2020). Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(Supl. 2), 1-17. Epub 30 de junio de 2020. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11s2.4681>
- Goyenola, G. (2007). Red de monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos. In *Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos (RED MAPSA)*. Grupo de Investigación en Ecología Básica y Aplicada de la Asociación Civil sin Fines de Lucro Investigación y Desarrollo
- López, G., Torres, C. A., Bautista, R. G., Hernández, J. R., Cruz, E. y Ferrer, M. I. (2014). Diseño de sistemas experimentales de humedales artificiales de flujo libre y subsuperficial. En Contreras SWM (ed). *Perspectiva Científica desde la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. Primera Edición. Tabasco México. pp: 133-146.
- SEMARNAT (2022) Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 5 de enero de 2022. México. 15p.
- Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p.

### Notas Biográficas

La **MCIBQ Anel Magaña Flores** es Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales en la División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT y está adscrita como catedrática en el Instituto Tecnológico de Villahermosa.

El **Dr. Gaspar López Ocaña** es Profesor-Investigador de Tiempo Completo adscrito a la División Académica de Ciencias Biológicas en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Es Responsable del Laboratorio de Tecnología del Agua y Miembro del Cuerpo Académico de Ingeniería y Tecnología Ambiental CA-UJAT-259.

# Calificación de Instalación, Operación y Desempeño del Granulador Oscilante Utilizado en la Fabricación de Formas Farmacéuticas Sólidas

QFB Cinthia Paulina Magaña Herrada<sup>1</sup>, QFB Denisse Valentina Martínez Ruvalcaba<sup>2</sup>, Dr en F Cesar Ricardo Cortez Álvarez<sup>3</sup>, QFB Marco Antonio Mejía Gálvez<sup>4</sup>, Mtra. Monserrat Abud González<sup>5</sup>, Dr. en C Adriana Cavazos Garduño<sup>6</sup>

## Resumen

Los medicamentos son mezclas de sustancias de origen natural o sintético con efecto terapéutico, preventivo o rehabilitatorio, presentados en forma farmacéutica, para su obtención, se deben considerar todos los componentes del Aseguramiento de la Calidad. Un componente es la producción que utiliza equipos calificados. La calificación consiste en verificaciones y ensayos que se realizan para asegurar que estos cumplen con las especificaciones de diseño, instalación, operación y del proceso; asegurando así, que todas las operaciones futuras serán confiables y estarán dentro de los límites especificados. El propósito del trabajo es realizar la Calificación de Instalación, Operación y Desempeño del Granulador oscilante instalado en Laboratorio de Tecnología Farmacéutica del CUCEI de la Universidad de Guadalajara. La investigación se realizó conforme a un diseño descriptivo y transversal. Se logró desarrollar, implementar y emitir reportes, los cuales demuestran que el equipo de estudio, cumple con la calificación de instalación, operación y desempeño.

**Palabras clave**— Calificación, Instalación, Operación, Desempeño, Granulador Oscilante

## Introducción

La industria farmacéutica a lo largo de los años se ha encargado de producir medicamentos de calidad los cuales deben cumplir con una garantía de seguridad total. Esto ha llevado a cabo el desarrollo y la implementación de nuevos requerimientos que a la vez han ido evolucionando hasta obtener una reglamentación estricta como los informes emitidos por la OMS. (Echeverría y Martínez, 2017).

La OMS menciona que la validación es el establecimiento de pruebas documentales que aportan un alto grado de seguridad de que un proceso planificado se efectuará uniformemente en conformidad con los resultados previstos especificados. Los estudios de validación son aplicables a las pruebas analíticas, los equipos, los sistemas y servicios del establecimiento, así como a los procesos. (OMS, 1998).

Para obtener productos de calidad, se debe considerar todos los componentes que forman parte del proceso de fabricación. Entre estos elementos involucrados en los procesos de producción, se encuentran los equipos, los cuales ayudan a producir en grandes cantidades y permiten recortar tiempo en los procesos; logrando así la eficacia de producción. Por ello, es importante demostrar que el equipo a utilizar cumple con los requerimientos especificados. La calificación de equipos consiste en una serie de verificaciones y ensayos que se realizan con el fin de asegurar que estos cumplen con las especificaciones de diseño, instalación, operación y del proceso; asegurando así que todas las operaciones futuras serán confiables y estarán dentro de los límites de operación especificados. (Echeverría y Martínez, 2017).

Este trabajo se centra en la Calificación de Instalación, Operación y Desempeño del Granulador oscilante con número de serie B&A/OG/0809, ubicado en el Área 10 del Laboratorio de Tecnología Farmacéutica del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, con el fin de asegurar que el equipo se encuentre instalado correctamente con las especificaciones del fabricante, que opera de forma adecuada bajo condiciones de seguridad y que su desempeño es óptimo. El desarrollo de los formatos de los protocolos de Calificación de Instalación, Operación y Desempeño se llevaron a cabo conforme a lo especificado en la Guía de la OMS sobre los requisitos de las Prácticas Adecuadas de Fabricación (PAF) Segunda parte: Validación.

<sup>1</sup>QFB Cinthia Paulina Magaña Herrada, alumna de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, [cynthia.magana2888@alumnos.udg.mx](mailto:cynthia.magana2888@alumnos.udg.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup>QFB Denisse Valentina Martínez Ruvalcaba, alumna de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, [denisse.martinez2890@alumnos.udg.mx](mailto:denisse.martinez2890@alumnos.udg.mx)

<sup>3</sup> Dr en F Cesar Ricardo Cortez Álvarez, profesor e investigador Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, [cesar.cortez@academicos.udg.mx](mailto:cesar.cortez@academicos.udg.mx)

<sup>4</sup>QFB Marco Antonio Mejía Gálvez profesor Centro de Enseñanza Técnica e Industrial CETI [marcomejiagalvez@gmail.com](mailto:marcomejiagalvez@gmail.com)

<sup>5</sup> Mtra. Monserrat Abud González es técnico docente del Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, [monseqfb\\_007@hotmail.com](mailto:monseqfb_007@hotmail.com)

<sup>6</sup> Dr. en C. Adriana Cavazos Garduño, profesor e investigador Departamento de Química, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, [adrianacavgar@gmail.com](mailto:adrianacavgar@gmail.com)

### Descripción del Método

Se realizó una revisión de información técnica detallada sobre pautas básicas para el desarrollo de la calificación de equipos; al igual de documentación técnica y procedimientos existentes del Granulador Oscilante para comenzar con la elaboración de protocolos de calificación tanto de instalación, operación y desempeño. El diseño de los protocolos de Calificación de Instalación, Calificación de Operación y Calificación de Desempeño están basados conforme a lo especificado en la Guía de la OMS sobre los requisitos de las Prácticas Adecuadas de Fabricación (PAF) Segunda parte: Validación.

Posterior al diseño y aprobación de los protocolos de Calificación de Instalación, Operación y Desempeño del equipo Granulador oscilante, se procedió a su aplicación para al finalizar emitir el reporte con los resultados obtenidos con las pruebas especificadas dichos protocolos. Para la Calificación de Desempeño se realizó por triplicado un granulado de lactosa para comprobar si el Granulador oscilante realiza su tamizaje correctamente o no.

Se presenta de manera gráfica la metodología de la Calificación de Instalación, Operación y Desempeño del Granulador oscilante en la Figura 1.

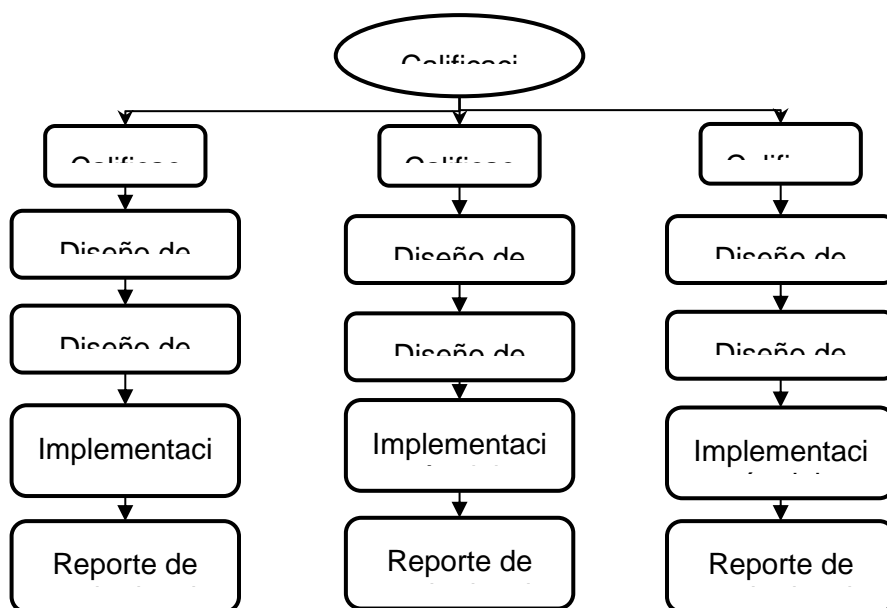


Figura 1. Diagrama de flujo de la Calificación del Granulador oscilante.

### Resultados y análisis de resultados

El equipo se encuentra Instalado conforme a lo especificado en el Manual de Instalación y cumple con todos los requerimientos de espacio mínimos para el buen funcionamiento del mismo como se muestra en el Plano de Instalación. Además las partes se encuentran instalados correctamente según el plano de instalación del equipo y son conforme según las especificaciones técnicas de cada uno.

Debido a que las no conformidades encontradas de la Calificación de Instalación son No Significativas y estas no afectan al proceso ni a la calidad del producto, se puede ejecutar la etapa de Calificación de Operación. Los resultados de la Calificación de Instalación se encuentran en la Tabla 1.

Resultados	¿Conforme? Si/No
Documentación del fabricante	Si



Documentos generados por el laboratorio	Si	
Especificaciones técnicas de componentes	Si	
Condiciones ambientales	Si	
Instrumentación	Si	
Dispositivo de seguridad	Si	
<b>No conformidades</b>		
<i>N° de reporte de No Conformidad</i>	<i>Descripción de la No conformidad</i>	<i>Tipo</i>
NC001	Se rediseño una caja de controles. Sin embargo no afecta en el proceso.	No Significativa

Tabla 1. Resultados de calificación de instalación.

El equipo opera de acuerdo a lo especificado en el manual de operación y los resultados obtenidos son acorde a este. Por tanto el equipo es capaz de realizar sus funciones de forma íntegra y es confiable en sus resultados. Las condiciones ambientales al momento de la ejecución del protocolo fueron a una temperatura de 20°C, humedad relativa de 21% y a presión atmosférica. Los resultados de la Calificación de Operación se encuentran en la Tabla 2.

<b>Resultados</b>	<b>¿Conforme? Si/No</b>
Procedimiento Normalizado de Operación	Si
Registros de capacitación	Si
Manual de operación	Si
Pruebas iniciales y dispositivos de emergencia	Si
Pruebas críticas de operación	Si

Tabla 2. Resultados de calificación de operación.

El equipo se desempeñó correctamente cumpliendo con la prueba de tamizaje; ya que no existe diferencia significativa en el tamaño de partícula del granulado obtenido entre las mallas del número 12 y 14 y las diferentes velocidades de operación empleadas para la prueba. Los reactivos utilizados en la Calificación de Desempeño se encuentran en la Tabla 3.

En la Tabla 4, 5 y 6 se muestran los resultados obtenidos del tamizaje del granulado en las distintas mallas y a las distintas velocidades utilizadas. A su vez en la Tabla 7 se muestra el resumen estadístico de los resultados del tamizaje, obtenido por medio del software utilizado Statgraphics.

Reactivo	Cantidad	Pureza
Lactosa ( $\alpha$ -Lactosa monohidrato)	5000 g	99%
Polivinilpirrolidona (PVP)	250 g	99%
Solución de alcohol etílico - agua bidestilada (50:50)	630 mL	96°

Tabla 3. Reactivos utilizados para la Calificación de desempeño.

Granulado 1					
# malla	Malla 12		Malla 14		Tamaño $\mu$ m
	Peso del tamizado (g) Velocidad: Alta 35.5 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Baja 17.2 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Alta 35.5 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Baja 17.2 rpm	
20	980	988	990	992	850
40	10	8	6,823	4	425
50	3,2441	0,9275	0,684	0,8802	300
80	2,4885	1,1128	0,7108	0,8665	180
120	0,8905	0,539	0,3774	0,444	125
165	0,5331	0,1431	0,1254	0,1541	88
200	0,0519	0,0647	0,0345	0,0153	75
270	0,0295	0,0026	0,0204	0,0101	53
400	0	0	0	0	38

Tabla 4. Resultados obtenidos del tamizaje del granulado 1.

Granulado 2					
# malla	Malla 12		Malla 14		Tamaño $\mu$ m
	Peso del tamizado (g) Velocidad: Alta 35.5 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Baja 17.2 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Alta 35.5 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Baja 17.2 rpm	
20	983	982	976	976	850
40	12	6	14	14	425
50	0,9006	0,5367	0,011	0,953	300

80	0,8613	0,5747	1,8406	1,2921	180
120	0,393	0,1617	0,9234	0,4424	125
165	0,0709	0,0351	0,2205	0,1028	88
200	0,0263	0,0164	0,0937	0,004	75
270	0,5	0,0032	0,0065	0,0018	53
400	0	0	0	0	38

Tabla 5. Resultados obtenidos del tamizaje del granulado 2.

<b>Granulado 3</b>					
# malla	<i>Malla 12</i>		<i>Malla 14</i>		Tamaño µm
	Peso del tamizado (g) Velocidad: Alta 35.5 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Baja 17.2 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Alta 35.5 rpm	Peso del tamizado (g) Velocidad: Baja 17.2 rpm	
20	988	988	994	986	850
40	6	6	1	6	425
50	0,8144	0,7121	0,324	0,5809	300
80	0,9275	0,5681	0,533	0,493	180
120	0,1935	0,2742	0,1513	0,1444	125
165	0,0373	0,009	0,0392	0,0231	88
200	0,0071	0,0139	0,0113	0,0095	75
270	0,0025	0,0017	0,0022	0,0021	53
400	0	0	0	0	38

Tabla 6. Resultados obtenidos del tamizaje del granulado 3.

<b>Resumen estadístico</b>	<b>Malla 12</b>	<b>Malla 14</b>
Recuento	6	6
Promedio	98.9015	99.0222
Mediana	99.0591	99.1956
Moda	-	-
Varianza	0.174331	0.368726
Desviación Estándar	0.41753	0.607228
Coefficiente de Variación	0.422167%	0.613225%
Mínimo	98.2715	98.2785

Máximo	99.2593	99.7931
Rango	0.987815	1.51454

Tabla 7. Resumen estadístico de los resultados del tamizaje.

### Comentarios Finales

Se logró implementar los protocolos de calificación de instalación, operación y desempeño del equipo Granulador oscilante. Para al finalizar emitir el reporte con los resultados obtenidos con las pruebas especificadas en el protocolo.

Los protocolos y formatos se realizaron la revisión por el técnico del laboratorio, para posteriormente ser aprobados por el jefe del laboratorio donde se encuentra el equipo de estudio. Estos mismos serán útiles como fuente de consulta para personal que se encuentre en el área. Además pueden ser aplicables a cualquier equipo de producción utilizados en la área farmacéutica, sin embargo, se debe modificar las pruebas de ejecución y adecuarlo conforme al equipo que sea el objeto de estudio.

Por último, se demostró que el Granulador oscilante número de serie B&A/OG/0809, instalado en el Área 10 del Laboratorio de Tecnología Farmacéutica del CUCEI de la Universidad de Guadalajara, cumple con la calificación de instalación, operación y desempeño.

### Referencias

(1) Echeverría, J. y Martínez A. (2017). *Elaboración de protocolos de calificación de instalación y operación para mezclador y secador de lecho fluido para formas farmacéuticas sólidas no estériles*. Fecha de consulta 4 de septiembre de 2021. Recuperado de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15095/>

(2) OMS. (1998). *Guía de la OMS sobre los requisitos de las prácticas adecuadas de fabricación (PAF). Segunda parte: Validación*. Fecha de consulta 24 de octubre del 2021. Recuperado de [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/64975/WHO\\_VSQ\\_97.02\\_spa.pdf;jsessionid=12CD5F861B95D27B72F78E34B3E782FE?sequence=2](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/64975/WHO_VSQ_97.02_spa.pdf;jsessionid=12CD5F861B95D27B72F78E34B3E782FE?sequence=2)

## Estudio de la Calidad del Aire Interior en una Institución Educativa en Clima Cálido Sub-húmedo

Arq. Gloria E. Marín Sansores<sup>1</sup>, Dr. Ricardo E. Vega Azamar<sup>2</sup>, M.C. Maritza Chan Juárez<sup>2</sup>,  
Dr. Luis F. Jiménez Torrez<sup>2</sup>, Dr. José A. Domínguez Lepe<sup>2</sup>

**Resumen**—Los seres humanos pasan un gran parte de su tiempo en espacios interiores y una mala calidad del aire interior puede provocar daños en su salud. En la Península de Yucatán, especialmente en el sureste de Quintana Roo, existe escasa información sobre la calidad del aire interior en edificios educativos y de los factores de mayor influencia. Este estudio evaluó la calidad del aire monitoreando un aula y un cubículo del área administrativa de una institución educativa en Chetumal, la cual cuenta con diversos edificios cuyo diseño arquitectónico es empleado en diferentes regiones de México. En ambos espacios se obtuvieron valores críticos de CO<sub>2</sub> con baja o alta tasa de ocupación, con los equipos de aire acondicionado en funcionamiento, atribuyéndose a la restringida ventilación natural. Los niveles del material particulado (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>) se incrementaron con las actividades de limpieza y el desplazamiento de los ocupantes dentro de los espacios.

**Palabras clave**— Calidad del aire interior, Edificios educativos, Dióxido de carbono, Material Particulado.

### Introducción

La calidad del aire interior es un aspecto muy importante del entorno construido debido a que el ser humano pasa un alto porcentaje de su tiempo inmerso en ambientes cerrados (entre 80 y 90%) como oficinas, escuelas, hospitales, comercios, viviendas, espacios de ocio, entre otros, lo cual hace necesario contar con ambientes saludables para mantener la salud, el confort, la prosperidad y la productividad de los ocupantes (OMS, 2009). Los problemas en calidad del aire interior se han investigado durante cuatro décadas desde diferentes vertientes con el fin de conocer los orígenes de los contaminantes, así como los daños que causan en la salud del ser humano.

En ambientes interiores a menudo se encuentran contaminantes en concentraciones más altas que las detectables en el exterior, siendo el ser humano una fuente de contaminación interior, ya produce en forma natural dióxido de carbono, vapor de agua, partículas y aerosoles biológicos. Otra fuente importante es el propio edificio, ya que las características constructivas (Fabbri & Tronchin, 2015) (Korsavia *et al.*, 2020), propiedades de los materiales constructivos (Nematchoua *et al.*, 2015), estado del edificio y de sus materiales (Vornanen-Winqvist *et al.*, 2020), pueden producir contaminantes interiores, los que aunados al tipo de ventilación utilizada (Asif, Zeeshan, & Jahanzaib, 2018) (Sahu & Gurjar, 2020), la tasa de ocupación (Sahu & Gurjar, 2020) (Korsavia *et al.*, 2020) y las actividades realizadas en el interior (Sahu & Gurjar, 2020) inciden en los niveles de los parámetros de la calidad del aire. La exposición a estos contaminantes conlleva a una amplia gama de problemas de salud como las catalogadas en el “Síndrome del edificio enfermo” (SEE) hasta afectaciones más severas que pueden llegar a ser fatales (OMS, 2009); además de que en lugares de trabajo la calidad del aire interior tiene un efecto importante en el aprendizaje, el rendimiento académico y productividad laboral (Sahu & Gurjar, 2020).

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas incoloro e inodoro que se forma en todos aquellos procesos en que tiene lugar la combustión de sustancias que contienen carbono. En ambientes interiores no industriales sus principales focos son la respiración humana y el fumar; aunque los niveles de dióxido de carbono también pueden incrementarse por la existencia de otras combustiones (cocinas y calefacción) o por la proximidad de vías de tráfico, garajes o determinadas industrias. El CO<sub>2</sub> es un indicador de la contaminación generada por los ocupantes, así como de una adecuada o inadecuada renovación de aire (INSTH, 2008).

Con la emergencia de salud originada por el COVID-19, tener una adecuada calidad del aire y en especial una adecuada ventilación, ha cobrado gran importancia para disminuir la carga de contaminantes y reducir los riesgos de contagio, ya que estudios recientes indican que la renovación constante del aire disminuye el riesgo de inhalar aerosoles que pudieran contener algún virus, así como de partículas respirables, mismas que se han correlacionado con el incremento del riesgo de contagio por la posible adherencia del virus a las mismas y su dispersión por el aire (Ye Yao *et al.* 2020).

En la actualidad México es un país con un alto compromiso en materia del cuidado del medio ambiente, sin embargo, carece de instrumentos regulatorios de la calidad del aire interior para edificaciones de índole habitacional,

<sup>1</sup> Arq. Gloria E. Marín Sansores. Estudiante de la Maestría en Construcción en el Tecnológico Nacional de México/ Campus Chetumal, México, M96390061@chetumal.tecnm.mx (**Autor correspondiente**)

<sup>2</sup> Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/ Campus Chetumal, México



comercial e institucional (escuelas y oficinas) e incluso se encuentra escasa información sobre la calidad del aire interior de edificaciones, especialmente en la zona sureste del estado de Quintana Roo, es por ellos que en la presente investigación se estudió la calidad del aire interior de dos espacios de una institución educativa de la ciudad de Chetumal, cuyo diseño arquitectónico y soluciones constructivas son aplicadas en diferentes regiones de México.

### Descripción del Método

#### *Descripción del área de estudio*

El Instituto Tecnológico de Chetumal es institución educativa de nivel superior localizada en la zona centro de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, la cual cuenta con oficinas administrativas, aulas, cubículos, laboratorios, talleres, biblioteca, centro de cómputo y recreativos, cuyo diseño arquitectónico de sus edificios es empleado en diferentes regiones de México. Para este estudio se seleccionó un aula y un cubículo del área administrativa, espacios que pueden encontrarse en la mayoría de las instituciones educativas. Se monitorearon las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), partículas en suspensión, también conocidas como material particulado (PM) fino y grueso (PM<sub>2.5</sub>-PM<sub>10</sub>), Temperatura (T) y Humedad relativa (HR).

El cubículo estudiado fue el correspondiente a la jefatura del departamento de servicios escolares, con una superficie de 12.61 m<sup>2</sup> y un volumen interior de 31.91 m<sup>3</sup>, conformado por cancelería de aluminio con cristal o paneles de formica, falso plafón tipo Armstrong, cuenta con un equipo de acondicionamiento de aire (mini Split) que se emplea durante todo el horario laboral y no cuenta con ventanas hacia el exterior que permitan la ventilación natural.

El aula P-1 cuenta con 46.22 m<sup>2</sup> y un volumen interior de 135.43 m<sup>3</sup>, se ubica en la planta baja del edificio P, conformado por marcos estructurales a base de columnas y travesaños, losa de vigueta y bovedilla, muros de block y ladrillo esmaltado, 7 ventanas tipo corrediza de aluminio y cristal. Cuenta con dos equipos de aire acondicionado tipo mini Split.

#### *Materiales y equipo*

Los niveles de CO<sub>2</sub> se midieron con un contador portátil (Vaisala GM70 Hand-Held Carbon Dioxide Meter) empleando el método por difusión manual. El instrumento cuenta con la calibración del fabricante.

Las concentraciones de partículas suspendidas (PM<sub>2.5</sub>-PM<sub>10</sub>) en tiempo real se monitorearon con un contador portátil (EXTECH VPC300) el cual está provisto de una sonda isocinética y muestrea simultáneamente 6 canales de partículas (0.3 a 10 µm), además de medir temperatura del aire, humedad, punto de rocío y bulbo húmedo, por lo que se empleó para el muestreo de los parámetros de Temperatura y Humedad relativa para este estudio.

#### *Monitoreo*

El cubículo del departamento de servicios escolares se monitoreó en el mes de octubre de 2021, en un periodo en el cual se realizaba el retorno laboral escalonado post pandemia. El tiempo de monitoreo fue de 30 minutos ya que el número de personas y el tiempo de permanencia en espacios cerrados era limitado. El muestreo se realizó inmediatamente después de las actividades de limpieza y en el momento del monitoreo el equipo de aire acondicionado se encontraba en funcionamiento y la puerta del cubículo se mantuvo abierta. El número máximo de ocupantes que se encontraban en este espacio fue de 3 personas, por lo que la tasa de ocupación fue de 0.24 per/m<sup>2</sup>.

El aula P-1 se monitoreó durante el mes de marzo de 2022, periodo en el cual se realizó el retorno presencial al 100% de ocupación. El tiempo de monitoreo fue de 1 hora con ventilación natural (ventanas abiertas) y 1 hora con el equipo de aire acondicionado en funcionamiento (puerta y ventanas cerradas). El número máximo de ocupantes fue el mismo para los dos días de monitoreo: 36 personas (tasa de ocupación=0.78 per/m<sup>2</sup>)

En ambos espacios, el equipo CO<sub>2</sub> se colocó de acuerdo a lo recomendado en los estándares ASHRAE 55-2017 y ASHRAE 62.1-2017, es decir, a 1.10 m sobre el nivel del piso para ocupantes sedentarios y a 1.70 para ocupantes de pie. Las lecturas de CO<sub>2</sub> se tomaron en ciclos de 5 lecturas continuas con duración de 1 minuto con frecuencia entre ciclos de 10 minutos.

Las mediciones de partículas en suspensión (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>) se realizaron tomando como base la ubicación reportada en literatura, es decir, lo más cercano a la zona central del espacio fuera de la zona de respiración de los ocupantes, a un nivel de 1.5 m evitando corrientes de aire. Para estos parámetros las lecturas se tomaron con duración de 1 minuto y frecuencia de 2 minutos.

## Resultados

### Dióxido de Carbono

En la Figura 1 se presentan los resultados de las lecturas de CO<sub>2</sub> obtenidas en el cubículo del Departamento de Servicios escolares. El valor mínimo registrado fue de 750 ppm y un máximo de 1070 ppm. El promedio de las concentraciones de este parámetro fue de 915.33 ppm.

Las concentraciones de CO<sub>2</sub> registradas en el aula se muestran en Figura 2. En el monitoreo realizado con ventilación natural (VN) el valor mínimo registrado fue de 530 ppm y un máximo de 620 ppm, con un valor promedio de 556.33 ppm. En el muestreo realizado con el equipo de aire acondicionado en funcionamiento (A/A) el valor mínimo de las concentraciones fue de 1140 ppm, un máximo de 2560 ppm y un valor promedio de 2060.33 ppm. Como se puede observar, en el aula se obtuvieron valores muy críticos que estuvieron por encima del límite recomendado de 1000 ppm por el estándar ASHRAE 62.1 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2017), lo cual puede indicar que el uso del equipo de aire acondicionado provoca que los espacios deban mantenerse cerrados (puertas y ventanas cerradas) y no tener renovaciones del aire interior, mientras que con ventanas y puertas abiertas las concentraciones de mantuvieron debajo de 800 ppm, valor recomendado como indicativo del momento necesario para renovación del aire.

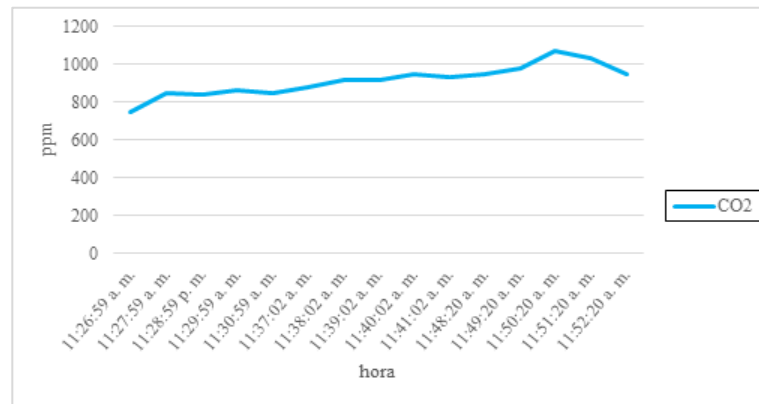


Figura 1. Concentraciones de CO<sub>2</sub> en el cubículo del Departamento de Servicios Escolares

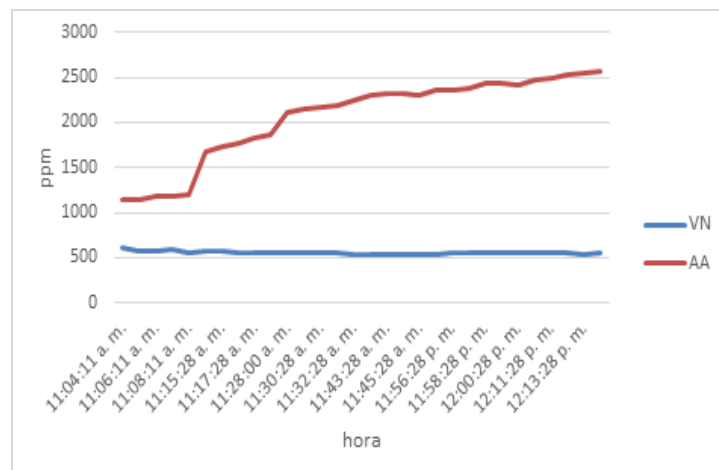


Figura 2. Concentraciones de CO<sub>2</sub> en el Aula P-1

### Material Particulado

En la Figura 3 se presenta el conteo de partículas PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> obtenidas en el cubículo del Departamento de Servicios escolares, siendo el valor mínimo obtenido de 829  $\mu\text{m}$  para PM<sub>2.5</sub> y 91 $\mu\text{m}$  para PM<sub>10</sub>. Los valores máximos fueron de 1600  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>) y 264  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>). El promedio para PM<sub>2.5</sub> fue de 1223  $\mu\text{m}$  y para PM<sub>10</sub> se obtuvo

169  $\mu\text{m}$ .

En el aula P-1, los promedios obtenidos en el monitoreo con ventilación natural (VN) fueron de 882  $\mu\text{m}$  para  $\text{PM}_{2.5}$  y de 136  $\mu\text{m}$  para  $\text{PM}_{10}$ , presentando unos valores mínimos de 811  $\mu\text{m}$  y 111  $\mu\text{m}$  y valores máximos de 997  $\mu\text{m}$  y 152  $\mu\text{m}$  para  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$ , respectivamente.

En el monitoreo realizado con el equipo de aire acondicionado en funcionamiento, los valores promedios obtenidos fueron de 1110  $\mu\text{m}$  para  $\text{PM}_{2.5}$  y 173.29  $\mu\text{m}$  para  $\text{PM}_{10}$ . Los mínimos obtenidos fueron 869  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) y 109  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) y máximos de 1501  $\mu\text{m}$  y 295  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ). El comportamiento de las concentraciones para ambas condiciones (ventilación natural y empleo del aire acondicionado) se muestra en la Figura 4.

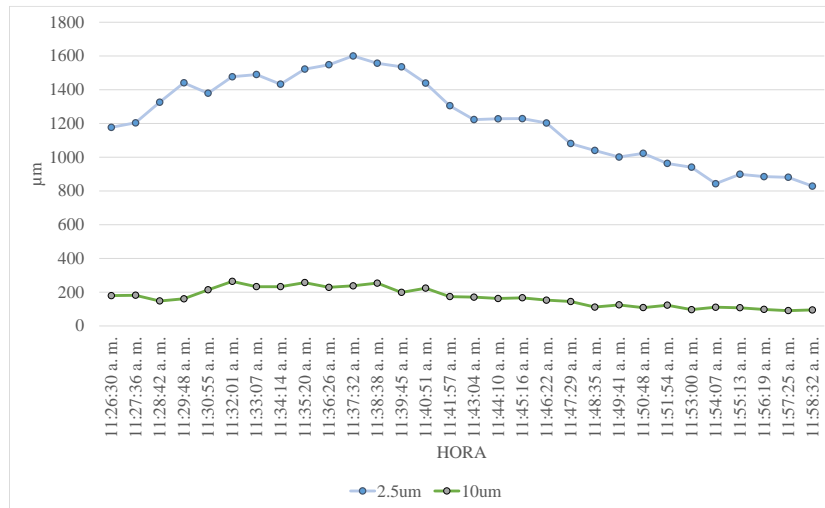


Figura 3. Concentraciones de PM en el cubículo del Departamento de Servicios escolares.

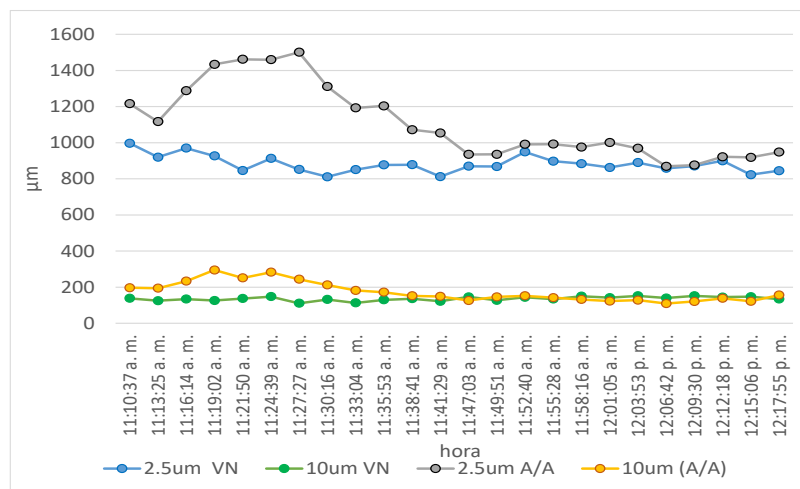


Figura 4. Comportamiento de las concentraciones de  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$  en el aula P-1 en ambas condiciones de monitoreo.

### Comentarios Finales

En este trabajo se estudió la calidad del aire interior en un cubículo del área administrativa y un aula del Instituto Tecnológico de Chetumal situado en un clima cálido sub-húmedo. Monitoreando los parámetros de  $\text{CO}_2$  y material particulado ( $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$ ), en dos periodos del regreso presencial post-pandemia.

Los resultados mostraron que en un espacio pequeño y con el empleo del equipo de aire acondicionado los valores del CO<sub>2</sub> pueden rebasar el límite máximo recomendado para la exposición humana, aún con baja tasa de ocupación, debido a la condición de espacio cerrado sin renovaciones de aire interior. Los valores más críticos se obtuvieron en el aula cuando se mantuvo cerrada debido al empleo del aire acondicionado. Las lecturas obtenidas rebasaron en todo momento los 1000 ppm, desde el inicio del monitoreo y se alcanzó un valor máximo de 2560 ppm, lo cual se atribuye a la falta de la renovación del aire. Este espacio fue monitoreado en condiciones de ventilación natural cruzada, con puertas y ventanas abiertas y se obtuvo una marcada diferencia en los niveles de CO<sub>2</sub> con la misma tasa de ocupación en las dos condiciones de monitoreo, las concentraciones no rebasaron los 620 ppm y se mantuvieron en un rango muy estable.

Por otro lado, las partículas en suspensión (material particulado, PM) alcanzaron elevados niveles en el cubículo debido a las actividades de limpieza, ya que el monitoreo se inició inmediatamente después de haber finalizado la limpieza dentro de este espacio, por lo que se deduce que al realizar dichas actividades las partículas fueron resuspendidas en el aire, por lo cual al inicio del monitoreo se registraron niveles altos y al asentarse de nuevo en el suelo o en las superficies, las concentraciones obtenidas por el contador de partículas fueron bajando.

En aula de clase se observó una marcada diferencia en el comportamiento de las partículas PM<sub>2.5</sub> entre en monitoreo realizado con ventilación natural y con aire acondicionado. Se obtuvieron valores más altos cuando las puertas y ventanas se encontraban cerradas, es decir, cuando se empleó el equipo de aire acondicionado. Se observó que estos valores más altos se presentaron con el desplazamiento de los ocupantes dentro del espacio, siendo importante mencionar que en las dos condiciones de monitoreo se realizaron el mismo tipo de actividad y se encontraba el mismo número de ocupantes. Esto indica que durante el monitoreo con ventilación natural, con puertas y ventanas abiertas, la ventilación cruzada favoreció en la renovación del aire, por lo cual los niveles se mantuvieron estables, caso contrario a lo ocurrido en el monitoreo con aire acondicionado.

Es importante mencionar que los valores del material particulado presentados en este estudio fueron del conteo preliminar obtenido con el dispositivo de monitoreo, por lo que es necesario realizar una transformación a masa para poder realizar la comparación con los niveles recomendados por los estándares.

Los resultados obtenidos en estudio permitieron conocer el estado de la calidad del aire interior de los dos espacios monitoreados ante la presencia del ser humano y las actividades que realiza en el interior, pudiendo identificar que, en este caso en particular, la condición de espacio cerrado que se genera al hacer uso del equipo de aire acondicionado crea ambientes que ponen en riesgo la salud de los ocupantes. Estos datos son de gran importancia para los profesionales que intervienen en el diseño y construcción de los espacios necesarios para el ser humano.

Se sugiere que en los espacios que cuentan con ventanas que permitan la entrada del aire natural desde el exterior, se realice la apertura de forma intercalada con el uso del aire acondicionado para asegurar el recambio del aire. En espacios que no cuentan con ventanas o vanos hacia el exterior, se recomienda el empleo de equipos de aire acondicionado que aseguren el debido filtrado del aire, además de considerar la implementación de algún dispositivo que asegure la extracción y recambio de aire.

Asimismo, se sugiere que en futuras investigaciones se realice el monitoreo por mayor tiempo (días y horas) y en las diferentes estaciones del año.

## Referencias

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (2017). *ANSI/ASHRAE 62.1-2017 Ventilación para una Calidad Aceptable de Aire Interior*.
- Asif, A., Zeeshan, M., & Jahanzaib, M. (2018). Indoor temperature, relative humidity and CO<sub>2</sub> levels assessment in academic buildings with different heating, ventilation and air-conditioning. *Building and Environment*, 83-90.
- Fabbri, K., & Tronchin, L. (2015). Indoor Environmental Quality in Low Energy Buildings. *Energy Procedia*, 2778-2783.
- Korsavia, S. S., Montazamia, A., & Mumovich, D. (2020). Indoor air quality (IAQ) in naturally-ventilated primary schools in the UK: Occupant-related factors. *Building and Environment*, 1-15.
- Kozielska, B., & Kaleta, D. (2021). Assessment of Indoor Benzene and Its Alkyl Derivatives Concentrations in Offices Belonging to University of Technology (Poland). *Atmosphere*, 12(1), 51.
- Markowicz, P., & Larsson, L. (2014). Influence of relative humidity on VOC concentrations in indoor air. *Environmental Science and Pollution Research*, 5772-5779.
- Nematchoua, M. K., Tchinda, R., Orosa, J. A., & Andeasi, W. A. (2015). Effect of wall construction materials over indoor airquality in humid and hot climate. *Journal of Building Engineering*, 16-23.
- OMS. (2009). Organización Mundial de la Salud para Europa. *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*. Copenhagen, Dinamarca.
- Sahu, V., & Gurjar, B. R. (2020). Spatial and seasonal variation of air quality in different microenvironments of a technical university in India. *Building and Environment*, 1-10.

- SEMA. (3 de Marzo de 2021). *Normas de la Calidad del Aire*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente. : <http://www.sema.gob.mx/SGA-MONITOREO-NORMAS>
- Stenson, J., Ishaq, S. L., Laguerre, A., Loia, A., MacCrone, G., Mugabo, I., . . . Wymelenberg, K. V. (2019). Monitored Indoor Environmental Quality of a Mass Timber Office Building: A Case Study. *Buildings*, 1-15.
- Vornanen-Winqvist, C., Järvi, K., Duchaine, C., Andersson, M. A., Létourneau, V., Kedves, O., . . . Salonen, H. (2020). Exposure to indoor air contaminants in school buildings with and without reported indoor air quality problems. *Environment International*.
- Yao, Y., Pan, J., Wang, W., Liu, Z., Kan, H., Meng, X., & Wang, W. (2020). Spatial Correlation of Particulate Matter Pollution and Death Rate of COVID-19. *medRxiv*.



# Simulación con CISCO Packet Tracer como Solución Efectiva en la Instalación de una Red

Dra. Violeta Martínez Ramírez<sup>1</sup>, Dr. Efrén Armando Osorio Ramírez<sup>2</sup>,  
M.I. Teresa Luciano Machorro<sup>3</sup> y Belén Yasmín González González<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente escrito, describe los beneficios alcanzados del uso de la herramienta gratuita de simulación Packet Tracer de CISCO, para reducir los errores en las pruebas de instalación durante la reestructuración y actualización de una red en la empresa que demanda una calidad en la conexión para intercambio de información.

**Palabras clave**—CISCO, Packet Tracer, red, simulador.

## Introducción

En México existe 84.1 millones de usuarios de internet y 88.2 millones de usuarios de teléfonos celulares según la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) de 2020 elaborada por INEGI e IFETEL (2021). Un 91.8% de los usuarios de teléfono celular tiene un equipo inteligente (Smartphone), el 78.3% de la población urbana es usuaria de internet. En contraparte, en la zona rural la población usuaria alcanza solo un 50.4%. Por lo tanto, el 72.0% de la población de seis años en adelante son usuarios de internet. Esta cifra revela un aumento de 1.9 puntos porcentuales respecto a la registrada en 2019 (70.1%). Y que su uso, se dirige principalmente a la comunicación con un 93.8%, el 91.0% realiza búsqueda de información y el 89.0% accede a sus redes sociales. Resumiendo, hay 44.4 millones de usuarios de computadora que inevitablemente están conectadas a alguna red de internet, lo que representa un 38.0% del total de la población.

Para mantener y actualizar las redes dentro de las empresas e instituciones es necesario contar con el hardware y el software que configure una conexión segura de la intranet y/o internet, provea una comunicación de calidad y seguridad a prueba 24 horas los 365 días de año. La empresa CISCO cuenta con una herramienta gratuita para realizar simulaciones, practicar la creación de redes simples y complejas, visualizar cómo funciona una red, practicar habilidades de rack, apilamiento y cableado en el laboratorio virtual (CISCO NetWorking, 2022).

Packet Tracer es una potente herramienta de simulación de red, donde se practica las habilidades de redes, IoT y ciberseguridad en un laboratorio virtual, sin necesidad de hardware, ahí se logra configurar, administrar y monitorear una red de oficina gratuitamente. Con esta herramienta los profesionales pueden testear el funcionamiento de redes y ciberseguridad. Dispone de una interfaz intuitiva que facilita su utilización a la hora de añadir los distintos elementos que componen la red, pudiendo conectarse unos con otros. Cisco Packet Tracer es una aplicación que realiza una gran variedad de funciones relacionadas con las redes, como diseñar y construir una red desde cero, trabajar sobre proyectos preconstruidos, crear innovadores diseños y topologías de red, probar cambios en la red antes de aplicarlos a la misma, examinar el flujo de datos a través de una red, hacer simulaciones de Internet de las cosas (IoT), (ambit, 2020).

Su versión 2021 presenta una serie de novedades como es el Controlador de Red (Network Controller) y la Programación de aplicaciones (APIs). (CISCO, 2021).

La tecnología a lo largo del tiempo ha ido mejorando, cada vez es más necesaria en nuestra vida diaria. En las empresas dependen mucho de ella para poder seguir laborando, ya que es una herramienta fundamental para dar solución en tiempo y eficiencia en el trabajo, el internet va de la mano con ella ya que dentro del sector es importante la comunicación en todas las áreas con las que puede contar la empresa, interviene en varias actividades y aspectos de nuestra vida diaria, es por eso que su uso se ha vuelto fundamental para casi todas las personas (Avantel, 2019).

En este trabajo se mostrará algunas soluciones de mejora que se darán a la red de internet de la empresa Quality Pabisan (Pabisan, 2018).

<sup>1</sup> Violeta Martínez Ramírez es Profesora del departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla, México. [violeta.martinez@puebla.tecnm.mx](mailto:violeta.martinez@puebla.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Efrén Armando Osorio Ramírez es Profesor del departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla, México. [efren.osorio@puebla.tecnm.mx](mailto:efren.osorio@puebla.tecnm.mx)

<sup>3</sup> La M. I. Teresa Luciano Machorro es Profesora del departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla, México. [teresa.luciano@puebla.tecnm.mx](mailto:teresa.luciano@puebla.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Belén Yasmín González González es estudiante de la Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, México. [i16221980.19@puebla.tecnm.mx](mailto:i16221980.19@puebla.tecnm.mx)

### Planteamiento del problema

En cada área dentro de la empresa se presentan interminables fallas de internet. Los cables conectados a las computadoras y el switch están expuestos, son cables viejos; además, no están identificados los puertos que ocupa cada computadora, los cables de la red ethernet están junto a los cables de luz y eso provoca que haya interferencia en la señal. Algunas computadoras usan un TP-link para conectarse a una red, en consecuencia, la señal de WiFi es de mala calidad y no existen puntos de acceso para la señal inalámbrica. Todo el hardware es obsoleto y recibe una señal intermitentemente los puertos.

### Objetivo General

Reestructurar la red de internet que mejore la comunicación en las áreas de administración, producción, masas, mantenimiento, logística y liquidación de la empresa Quality Pabisan utilizando un programa para la simulación de estas.

### Objetivos Específicos

- Dar mantenimiento de hardware y software de cada elemento de la red.
- Identificar la conexión de cables y computadora al Switch de cada área de la empresa.
- Reconfigurar y reemplazar conexiones de la red.
- Analizar los puntos de acceso de internet.
- Examinar el flujo de datos a través del Cisco Packet Tracer en cada una de las áreas.

### Justificación del proyecto

Los avances tecnológicos no dejan de producirse y todos los expertos apuntan a que nuestras vidas cada vez estarán más digitalizadas y conectadas (Appandweb, 2020).

Por ello, Internet se consolida como un servicio básico y todos los dispositivos que encontramos en el mercado tienden a cumplir con los requisitos necesarios para mantener una conexión con la red. Además, se observa como en poco tiempo se consigue mejorar la velocidad de conexión y todas las áreas de negocio deciden apostar por el terreno digital.

La calidad de comunicación dentro de la red de internet en la empresa debe ser eficiente, es fundamental por la alta demanda en cada departamento y su gran diversidad de actividades cotidianamente, sin atrasos que todo lo que realiza es por medio de sistema SAP y correo electrónico. La reconfiguración de red deberá asegurar una excelente y estable conectividad que solo se podrá garantizar en las pruebas después de una exitosa simulación con Cisco Packet Tracer.

## Descripción del Método

### Mantenimiento de Hardware y software

En cada área de la empresa, se les dio mantenimiento a los equipos de cómputo. Fueron 45 equipos, los cuales se dividieron por días, se realizó un calendario con horario para que cada persona encargada de la computadora organizara su tiempo y se pudiera realizar, así mismo una lista de las actividades que se realizarían para poder hacer el mantenimiento tanto de software como de hardware y otra lista con los materiales que se ocuparían. Se realizó un plan de mantenimiento para el año 2021-2022 ya que las computadoras al ser usadas las 24 horas los 365 días del año necesitan de su respectivo mantenimiento, el cual no se realizaba anteriormente ni se llevaba un control y por lo menos se debe realizar cada 5 meses. Ver figura 1.

Área / Semanas	FEBRERO					MARZO				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Administración			x	x						
Producción					x	x				
Mantenimiento						x				
Mixes						x				
Logística								x	x	
Liquidación									x	

Área / Semanas	SEPTIEMBRE					OCTUBRE				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Administración		x	x	x						
Mantenimiento				x						
Producción				x	x					
Mixes					x					
Empaque					x					
Logística						x	x			
Vigilancia								x		
Liquidación									x	

Figura 1. Cronograma de mantenimiento 2021

### Analizar puntos de acceso para internet wifi

Tiempo atrás, el área de producción de la empresa se adquirieron unos Access Point (TP-link), su colocación y distribución en área para recibir señal de WiFi quedó inconclusa. Se tuvo que identificar en que área habían sido colocados los TP-link, al mismo tiempo identificar con qué red habían sido configurados, no se tenían acceso a los Plink puesto que no contaban con las contraseñas para usarse. Al identificar cada red se realizó un análisis del alcance que tenía aproximadamente cada Access Point. Ver figura 2.

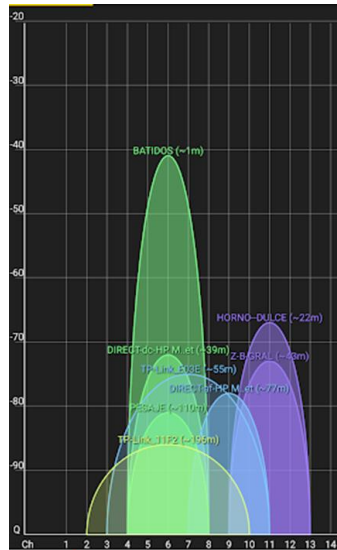


Figura 2. se muestra el plano y el alcance en metros de identificación.

### Simulaciones

Utilizando el programa de cisco Packet Tracer, se hicieron las simulaciones configurando como actualmente se tiene en la empresa, las computadoras se conectaron dependiendo el puerto que utiliza en cada switch para tenerlo identificado y se le agregó la dirección IP que tiene. Ver figura 3.

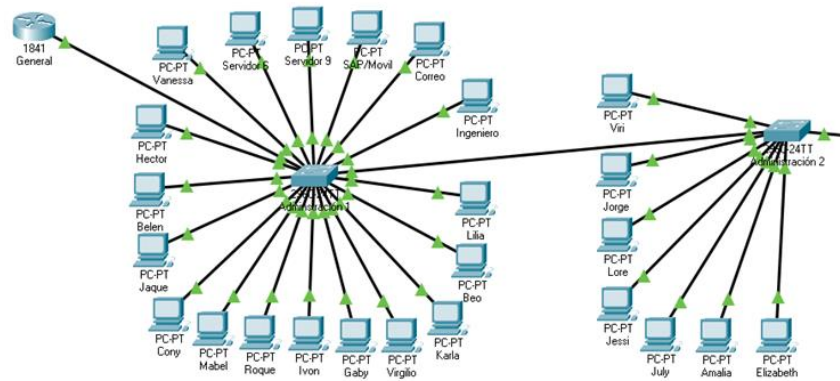


Figura 3. Simulación del área de administración.

En la figura 4 se muestra la conexión de un puerto del switch a la computadora

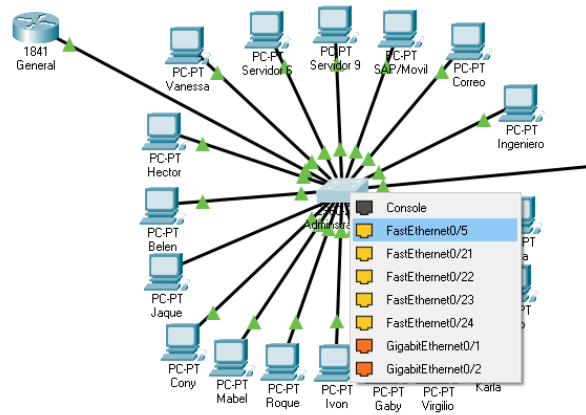


Figura 4. Configuración de puertos del switch

En la figura 5 se presenta la configuración de la IP.

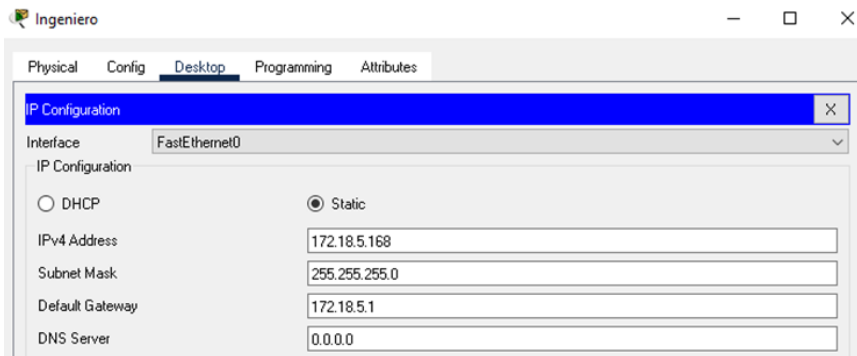


Figura 5. Simulación de configuración de dirección IP.

En la figura 6 se presenta el envío de un paquete del switch a una computadora y el mensaje se visualiza en color verde la señal que notifica que la conexión fue exitosa.

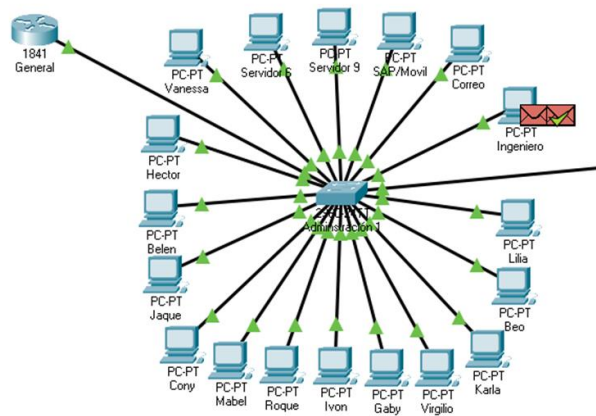


Figura 6. Simulación de envío de paquetes.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Al lograr concluir con las actividades antes mencionadas y descritas, se logró que en todas las áreas disminuyeran los problemas con la red, anteriormente se quedaban sin internet por largo y valioso tiempo, ahora proporciona la solución instantáneamente, ya que es más fácil para el departamento de sistemas lograr identificar el problema.

El mantenimiento correctivo profundo, inicialmente ejecutado a las computadoras, ahorró inversión de nuevos equipos. Con la hoja de características de la computadora es posible identificar oportunamente si aún cuenta con tiempo de vida útil o no que justifique una sustitución.

Al reestructurar los cables y asignar una dirección IP estática, las dificultades se minimizaron en la red considerablemente, ya que la señal es de mayor calidad y al establecer la IP la comunicación es excelente.

Con las computadoras en dominio, los usuarios pueden trabajar en la red sin que las carpetas pierdan conexión constantemente, al igual que las impresoras perdiendo tiempo por no poder utilizarlas en red.

Las simulaciones en el programa solucionaron eficazmente la confianza en el desempeño de la conectividad porque se configuró dependiendo del puerto y su correspondiente computadora, de presentarse algún tipo de problema, será fácil identificar si fue cuestiones de hardware o software, en consecuencia, solucionarlo rápidamente.

### Encuesta de satisfacción a los usuarios.

Para conocer el grado de satisfacción de la solución implementada sobre la red de la empresa y la certeza de la seguridad que brinda la simulación con CISCO Packet Tracer, (CISCO, 2019) toda vez que se implementaron las mejoras en las áreas dentro de la empresa. Las siguientes gráficas muestran los resultados obtenidos.

Las figuras 7 y 8 muestran el análisis de las respuestas recolectadas sobre la percepción en mejoría de la calidad en desempeño y la comunicación digital en la red.

1. ¿Se notó el cambio, una vez realizado las mejoras ?

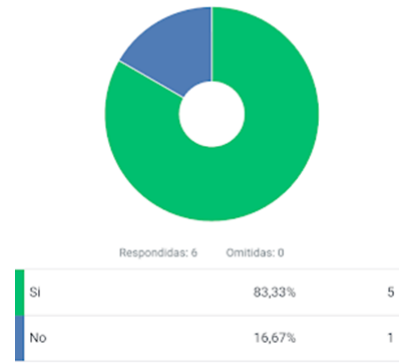


Figura 7. Mejora en la configuración de la red y los equipos

2. ¿Cómo calificarías la mejora del internet? Elige la respuesta en donde 1 = poco satisfactorio y 5 = demasiado satisfactorio.

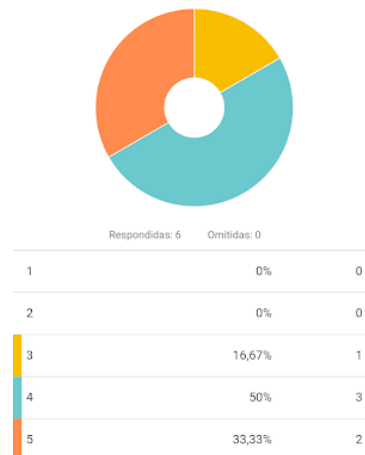


Figura 8. Mejora en la calidad del internet

### *Conclusión*

Lo más significativo es identificar con precisión las necesidades de la empresa para proponer mejoras a implementar. La presente solución aplicó las habilidades técnicas sobre el tema de redes de internet y los enormes beneficios que se proporcionó el utilizar Packet Tracer, implementando con certeza la prueba de la calidad sobre la conectividad en toda la instalación de intranet y su desempeño en la comunicación, en donde confluyen una variedad amplia de actividades de oficina de todo el corporativo.

Se obtuvo aproximadamente una mejora del 80%, buen avance para ser la primera intervención técnica especializada desde su instalación que, en conjunto con el mantenimiento de equipos, favoreció a las mejoras inicialmente solicitadas.

### *Recomendaciones*

Se recomienda realizar periódicamente los mantenimientos preventivos, con el objetivo de alargar el tiempo de vida útil de todos los equipos conectados a la red; además, tener actualizada la hoja de características del cada equipo que permitirá un control personalizado de los mismos. Supervisar constantemente la conexión de cables ethernet para realizar sustituciones antes de perder la calidad de la señal.

### **Referencias**

ambit (2020). Todo lo que debes saber de Cisco Packet Tracer. [Consultado 15 de abril de 2022] Disponible en: <https://www.ambit-bst.com/blog/todo-lo-que-debes-saber-de-cisco-packet-tracer>

Appandweb (2020). Historia de Internet: cómo surgió y cuál ha sido su evolución. Recuperado de: <https://www.appandweb.es/blog/historia-internet/>

Avantel (2019). Redes Informáticas: ¿Por Qué Son Importantes? [Consultado 15 de abril de 2022] Disponible en: <https://www.avantel.co/blog/tecnologia/redes-informaticas-por-que-son-importantes/>

CISCO (2019). Conceptos sobre tecnología de redes. [Consultado 15 de abril de 2022] Disponible en: [https://www.cisco.com/c/dam/global/es\\_mx/solutions/small-business/pdfs/smb-redes-mx.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/small-business/pdfs/smb-redes-mx.pdf)

CISCO Networking Academy (2022) Cisco Packet Tracer. [Consultado 15 de abril de 2022] Disponible en: <https://www.netacad.com/es/courses/packet-tracer>

Grupo pabisan (2018). Grupo pabisan venta de pan congelado. [Consultado 15 de abril de 2022] Disponible en: <https://www.grupopabisan.com/>

INEGI (2021). En México hay 84.1 millones de usuarios de internet y 88.2 millones de usuarios de teléfonos celulares: ENDUTIH 20201 [Consultado 15 de abril de 2022] Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH\\_2020.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH_2020.pdf)

The CISCO Learning Network. (2021) El nuevo Cisco Packet Tracer del 2021 [Consultado 15 de abril de 2022] <https://learningnetwork.cisco.com/s/article/El-nuevo-Cisco-Packet-Tracer-del-2021>



# Ionic como Framework de Apariencia para la Migración de Delivery App “Hogi”

Dra. Violeta Martínez Ramírez<sup>1</sup>, M. C. Juan Gonzalo Alarcón Xicoténcatl<sup>2</sup>,  
M. D. U. Susana Martínez Rabanales<sup>3</sup> y Maetzi Sánchez Cilia<sup>4</sup>

**Resumen**— El mundo de las aplicaciones móviles cada día gana más usuarios: En América Latina, de 2019 a 2020 el número de instalaciones creció un 29.3%, mientras que, tan solo en México, la cantidad de descargas aumentó un 31%. Aunado a las crecientes necesidades que una desafortunada situación acarrea consigo, crea una oportunidad para ofrecer un servicio, que, aun siendo existente y con distintas alternativas, no deja de ser viable y beneficioso tanto para la empresa como para los usuarios. Se habla de un servicio de entrega (delivery) ofrecido a través de una aplicación móvil.

El presente documento se redacta el procedimiento llevado a cabo para mejorar las aplicaciones Ëgi de servicio de delivery existentes, las cuales se encuentran fuera del mercado por el momento debido al mal plan de estrategia utilizado la primera vez que se intentó posicionarla junto a otras aplicaciones del mismo ámbito.

**Palabras clave**—Apps, delivery, Famework, migración.

## Introducción

Aunque el que se considera el primer teléfono inteligente fue el Simon Personal Communicator (SPC), fabricado en 1992 por IBM y comercializado en 1994 (Tocci, s.f.), no fue sino hasta Macworld 2007, cuando Steve Jobs presentó el iPhone, que comenzó la verdadera revolución de los teléfonos inteligentes (Jackson, 2018).

El diccionario de Cambridge define a un teléfono inteligente, o smartphone, como “un teléfono móvil que tiene software como el que tiene una computadora pequeña y que se conecta a Internet” (Cambridge University Press, s.f.). Estos teléfonos también permiten al usuario interactuar con otras aplicaciones no incluidas de fábrica, obteniéndolas de alguna tienda de aplicaciones.

El mundo de las aplicaciones móviles cada día gana más usuarios: En América Latina, de 2019 a 2020 el número de instalaciones creció un 29.3%, mientras que, tan solo en México, la cantidad de descargas aumentó un 31%. Aunado a las crecientes necesidades que una desafortunada situación acarrea consigo, crea una oportunidad para ofrecer un servicio, que, aun siendo existente y con distintas alternativas, no deja de ser viable y beneficioso tanto para la empresa como para los usuarios. Se habla de un servicio de entrega (delivery) ofrecido a través de una aplicación móvil.

En el siguiente documento se muestra el procedimiento llevado a cabo para mejorar las aplicaciones Ëgi de servicio de delivery existentes, las cuales se encuentran fuera del mercado por el momento debido al mal plan de estrategia utilizado la primera vez que se intentó posicionarla junto a otras aplicaciones del mismo ámbito.

### Planteamiento del problema

- Se descartó el hecho de hacer un estudio de mercado.
- La publicidad es mínima.
- Se precisa un convenio con una empresa que dé más publicidad a la aplicación.
- Los colores de la aplicación no son adecuados para el fin de ésta.
- El código carece de una estructura escalable.

### Objetivo General

Migrar la aplicación móvil de servicio de delivery “Hogi” por medio del framework Ionic para construir una

<sup>1</sup> La Dra. Violeta Martínez Ramírez es Profesora del Departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla. [violeta.martinez@puebla.tecnm.mx](mailto:violeta.martinez@puebla.tecnm.mx). (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El M. C. Juan Gonzalo Alarcón Xicoténcatl es Profesor de Departamento de Eléctrica y Electrónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla Ing. Laura Luz Beltrán Morales es Profesora de Ingeniería Química en la Universidad Tecnológica Superior de Aguascalientes, México [juan.alarcon@puebla.tecnm.mx](mailto:juan.alarcon@puebla.tecnm.mx)

<sup>3</sup> La M.D. U. Susana Martínez Rabanales es Profesora del del Departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla. [susana.martinez@puebla.tecnm.mx](mailto:susana.martinez@puebla.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Maetzi Sánchez Cilia es Estudiante de la ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, Puebla. [i16222041.19@puebla.tecnm.mx](mailto:i16222041.19@puebla.tecnm.mx)

apariciencia con atractivo visual que proyecte confianza en la marca.

#### *Objetivos Específicos*

- Analizar la interfaz gráfica y la operabilidad de la actual App *Ëgi*.
- Rediseñar la apariencia de la interfaz gráfica de la aplicación con propiedades competitivas en el mercado.
- Migrar el código del Back-End utilizando una metodología escalable.

#### *Justificación*

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, el teléfono celular representa la tecnología con mayor penetración nacional sumando un total de 86.5 millones de personas usuarias en el país, de los cuales el 88.1% cuenta con al menos un celular de los llamados teléfonos inteligentes o Smartphone. El celular inteligente o Smartphone es capaz de establecer conexión a Internet. Entre la población que dispone de este tipo de celular, el 94.7% hace uso de la funcionalidad de conexión a la red (INEGI, 2020).

Al tener un smartphone, una persona puede descargar aplicaciones disponibles en internet. Datos publicados por el diario mexicano *El Financiero*, muestran que, en México, cerca de 18.1 millones de usuarios piden comida para llevar en restaurantes y de ellos 9.1 millones ordena a través de Apps de delivery como Just Eat, Rappi, Uber Eats y Postmates. Al 2022, se estima que habrá 34.4 millones de usuarios de Apps de entrega a domicilio, un alza de 134% respecto a 2017 en el país (Gutiérrez, 2020).

Sin embargo, estas aplicaciones cobran comisiones muy altas a los negocios que están inscritos en ellas. “Las aplicaciones han estado llevándose las pocas ganancias que los restaurantes están teniendo, ya que en algunos casos alcanzan a cobrar hasta el 53% del valor de la venta” (Escandón, 2021).

Por lo tanto, se justifica que se realice una migración de la App *Ëgi* de reparto, utilizando el framework conocido como Ionic que provee herramientas simples para un atractivo diseño en la apariencia a muy bajo costo para el desarrollo, así se beneficiaría la empresa aumentando sus ganancias y también, los negocios inscritos al contemplar comisiones bajas que aumentarán significativamente su rentabilidad.

#### *Alcances y límites*

Se busca que, en un futuro a corto plazo, la aplicación pueda ser utilizada en el estado de Puebla, teniendo como negocio principal las tiendas Oxxo.

Se espera que tenga el éxito suficiente a mediano plazo extendiéndose al resto del país y, posteriormente ampliar su alcance hacia países del centro del continente americano.

La aplicación migrada deberá respetar un espacio de configuraciones acotado, donde se deberá nombrarse “Hogi”, con una colorimetría preestablecida, código que incluya la propiedad de escalable y mantener la función básica operativa de la aplicación *Ëgi*.

### **Descripción del Método**

#### *Ionic*

El sitio Ionic, comenta: “Ionic Framework es un kit de herramientas de interfaz de usuario de código abierto para crear aplicaciones móviles y de escritorio de alta calidad y rendimiento, utilizando tecnologías web (HTML, CSS y JavaScript) con integraciones para frameworks populares como Angular, React y Vue.” (Ionic, Guide, Actualizado en 2021).

Ionic se centra en la interacción de la UX (User eXperience) y la UI (User Interface) de una aplicación. Está basado en componentes web. Con este framework se pueden crear aplicaciones para Android, iOS y la web, usando un solo código base.

#### *Ionic versión 3*

Dado que la aplicación fue desarrollada en esta versión, éste será el punto de enfoque desde el que se hablará de Ionic en el presente texto. Actualmente, Ionic trabaja en conjunto con los frameworks React y Vue, la versión 3 trabaja solo con framework Angular.

Para desarrollar aplicaciones en Ionic se utilizan componentes. Estos son “bloques de construcción de alto nivel” (Ionic, Components, s.f.). Con ellos, la construcción de la UI de la aplicación es sencilla y rápida. Incluso, su customización se logra de una manera fácil. El sitio oficial de Ionic muestra una lista de los componentes que pueden ser implementados y una forma básica de cómo hacerlo, con diferentes ejemplos de algunos de ellos y una demostración del resultado en un emulador (que se puede escoger entre Android, iOS o Windows).

Ionic, además cuenta con un conjunto de API las cuales se dividen en dos: las API de componentes y las API de servicio. Los servicios son proporcionados por Ionic y pueden ser inyectados en las clases implementadas en la aplicación. Para acceder a ciertas funciones nativas del dispositivo, se cuenta con Ionic Native el cual es “un

contenedor de TypeScript para complementos de Cordova / PhoneGap” (Ionic, Ionic Native, s.f.), con el cual se puede acceder a todas las funcionalidades nativas que requiera la aplicación.

Ionic Native envuelve las callbacks de los plugins en una promise o un observable, brindando a todos los plugins implementados una interfaz común y cerciorándose de que los eventos nativos activen la detección de cambios en Angular. Ionic cuenta con una CLI (Command Line Interface), con la cual, gracias al conjunto de herramientas que posee, se pueden realizar tareas que son habituales al desarrollar aplicaciones, como iniciar un proyecto, agregar una nueva página o “generar todas las resoluciones del icono y del splash” (Reyes, 2018).

Los componentes de Ionic son componentes HTML por lo que se pueden controlar de la misma manera. Todos los componentes de Ionic tienen el prefijo ion.

El siguiente es un ejemplo de un componente básico de Ionic, un botón (véase imagen 3). Para este ejemplo, el nombre de la etiqueta es ion-button, fill y color son dos de sus propiedades y Mi Boton! es el texto que se mostrará en el botón. Ver imagen 1.

```
<ion-button fill="outline" color="primary">Mi Boton!</ion-button>
```

Imagen 1. Etiqueta para insertar un botón de Ionic.

Para crear una página en Ionic se utilizan los componentes básicos: ion-header, que es el componente para la cabecera, y ion-content, en el que se concentra el contenido de la página. Véase imagen 2.

```
1 <ion-header>
2   <ion-navbar>
3     <ion-title>Ejemplo</ion-title>
4   </ion-navbar>
5 </ion-header>
6
7 <ion-content padding>
8   ...
9 </ion-content>
```

Imagen 2. Contenido de un archivo HTML básico para una página de Ionic.

Fuente: Gallego, A. en [Gitbook.io/Ionic v3/Paginas](https://gitbook.io/Ionic/v3/Paginas).

En el ejemplo mostrado, se pueden ver además otras etiquetas. El componente ion-navbar tiene el papel de barra de navegación, y viene con un botón para regresar a la página anterior. Dentro de ion-navbar, se coloca un ion-title, el cual contiene el título de la página. Dentro del componente ion-content, se pueden agregar componentes HTML para organizar el contenido de la página.

Otro componente importante en Ionic es ion-app, el cual inicia la aplicación. Cada proyecto debe contener un solo componente ion-app y está contenido en el archivo index.html. Véase imagen 3.

Como se mencionó anteriormente, Ionic cuenta con varios componentes. En la página oficial de Ionic se encuentra una lista de ellos, un ejemplo básico de cómo se usan, las propiedades que tienen y los posibles valores de estas.

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en" dir="ltr">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8">
5   <title>Ionic App</title>
6   <meta name="viewport" content="viewport-fit=cover, width=device-width,
7     initial-scale=1.0, minimum-scale=1.0, maximum-scale=1.0, user-scalable=no">
8   <meta name="format-detection" content="telephone=no">
9   <meta name="msapplication-tap-highlight" content="no">
10
11  <link rel="icon" type="image/x-icon" href="assets/icon/favicon.ico">
12  <link rel="manifest" href="manifest.json">
13  <meta name="theme-color" content="#4e8ef7">
14  <meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
15  <meta name="apple-mobile-web-app-status-bar-style" content="black">
16
17  <!-- Librería de Cordova -->
18  <script src="cordova.js"></script>
19
20  <!-- un-comment this code to enable service worker
21  <script>
22    if ('serviceWorker' in navigator) {
23      navigator.serviceWorker.register('service-worker.js')
24        .then(() => console.log('service worker installed'))
25        .catch(err => console.error('Error', err));
26    }
27  </script-->
28
29  <link href="build/main.css" rel="stylesheet">
30 </head>
31 <body>
32  <!-- Componente principal de Ionic que cargará la aplicación -->
33  <ion-app></ion-app>
34
35  <!-- Los siguientes ficheros se generan durante la compilación -->
36  <!-- con el contenido de las librerías y de la propia aplicación. -->
37  <script src="build/polyfills.js"></script>
38  <script src="build/vendor.js"></script>
39  <script src="build/main.js"></script>
40 </body>
41 </html>
```

Imagen 3. Código básico del archivo index.html en un proyecto de Ionic.

Fuente: Gallego, A. en Gitbook.io/Ionic v3/Código básico

### Comentarios Finales

#### Migrar API

Las API que conforman el BackEnd de las aplicaciones de comercio y repartidor fueron migradas a la metodología model-routes-controllers-services. Para este proceso se llevó a cabo, primeramente, un análisis de la estructura con la que se contaba, la cual, aunque funcional, no validaba los datos recibidos, carecía de escalabilidad y hacía del código algo que se leía con dificultad dado que todo estaba en un solo archivo. Se aprovechó el hecho de que las API estaban ya divididas por archivos, según la aplicación que las consumen, y se procedió a hacer la migración aplicando la metodología comentada.

Las consultas están escritas para llevarse a cabo en cada API, se verificaron que obtuvieran los datos requeridos. Además, como último punto, se revisó que el código estuviera debidamente indentado.

#### Pruebas

En este punto en el desarrollo del proyecto, las API's se habían migrado y testeado validando los datos que recibían y regresaban información correcta.

Se procedió a subir el servidor de API creado en Node.js al servidor en la nube contratado por la empresa. Se creó el servicio correspondiente y se ejecutó para poder iniciar con las pruebas en las aplicaciones. Se verificó que las aplicaciones interactuaran de forma correcta con las API y que los datos realmente se ingresaban, actualizarán, eliminaran o simplemente se leyeron de forma correctamente.

### Resumen de resultados

En resumen, se puede observar un cambio total de la apariencia comparada con la anterior aplicación, gracias al cómodo diseño proporcionado por la herramienta Ionic. Ver figuras 4 y 5.

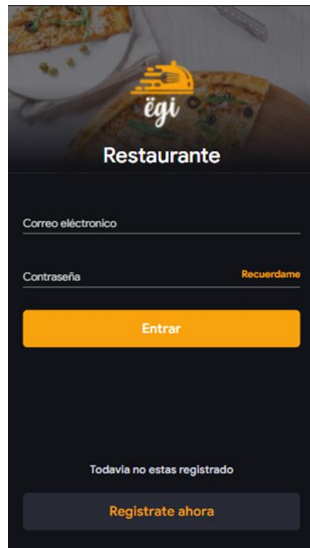


Imagen 4. Página de Login.  
Fuente: Aplicación de comercio Ëgi.



Imagen 5. Página de Login.  
Fuente: Aplicación de comercio Hogi

A continuación, se visualizan más comparaciones entre los diseños de la versión Ëgi (figura 6) y la versión Hogi (figura 7).



Imagen 6. Página de Cuenta.  
Fuente: Aplicación de comercio Ëgi.



Imagen 7. Página de Cuenta.  
Fuente: Aplicación de comercio Hogi

### Conclusiones

Los resultados demuestran que es de gran importancia para el relanzamiento exitoso de una aplicación es la apariencia. Una App que no capture visualmente la atención a los usuarios a primer momento es muy probable que no



tenga la misma popularidad que una aplicación con mejor diseño. Si, por el contrario, el diseño inspira confianza, el número de usuarios puede ir en aumento con el paso del tiempo.

Al lanzar una App no solo a restaurantes, sino a cualquier comercio, el catálogo de clientes aumentó hasta un 300%, ya que una cadena de tiendas de conveniencia conocida se vio interesada en poner varias de sus sucursales dentro de este servicio de delivery. En consecuencia, otros restaurantes idearon diversas alternativas para ofrecer sus productos, ya que la situación que dejó la pandemia en México sufrió una baja considerable de clientes o cerraron el negocio, afectando considerablemente este sector económico por igual. Subsistió aquél que supo reinventarse y utilizó los medios digitales para acercarse a sus comensales.

Una interfaz debe fusionar un atractivo visual y la funcionalidad en procesos complejos, para que resulten simples de entender por el usuario. Lograrlo, es una tarea que requiere investigación, análisis, creación de prototipos, pruebas, por lo que resultarán en mayores beneficios a los negocios.

### *Recomendaciones*

Se debe considerar al arranque de un proyecto con tecnología móviles la relevancia que gira entorno a la mercadotecnia del producto a colocar en una sociedad digital de consumo, lo que se ofrece y lo que a los usuarios consumidores atraerá.

Es indispensable contar una aplicación móvil que domine un especial y fuerte de Back-End excluido de errores, y en caso de presentarlos eliminarlos eficaz y eficientemente. Un diseño estructurado y funcional comunica a los usuarios confianza en la marca y que ésta ofrece calidad y eficiencia.

### **Referencias**

Latin America Business Stories (2020), The app economy surged in Mexico and Brazil during the last few months. [Consultado el 31 de julio de 2021] Disponible en: <https://labsnews.com/en/news/business/the-app-economy-surged-in-mexico-and-brazil-during->

Cambridge University Press. (s.f.). Meaning of smartphone in English. [Consultado el 15 de junio de 2021] Disponible en: <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/smartphon>

Escandón, E. (2021). Baja de comisiones de apps de delivery llega tarde y es insuficiente: restaurantes. [Consultado el 10 de marzo de 2021] Disponible en: <https://elceo.com/tecnologia/baja-de-comisiones-de-apps-de-delivery-llega-tarde-y-es-insuficiente-restaurantes/>

lego, A. J. (2020). Ionic v3. [Consultado el 21 de junio de 2021] Disponible en: <https://ajgallego.gitbook.io/ionic-v3/>

Gutiérrez, A. L. (2020). COVID-19 y desempleo suben demanda de aplicaciones de comida a domicilio. [Consultado el 10 de marzo de 2021] Disponible en: <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/covid-19-y-desempleo-suben-demanda-de-aplicaciones-de-comida-a-domicilio/>

INEGI, I. N. (2020). Estadísticas A Propósito Del Día Mundial Del Internet (17 DE MAYO) datos nacionales. [Consultado el 10 de marzo de 2021] Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/eap\\_internet20.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/eap_internet20.pdf)

Ionic. (Actualizado en 2021). Guide. [Consultado el 12 de junio de 2021] Disponible en: <https://ionicframework.com/docs>

Ionic. (s.f.). Components. [Consultado el 12 de junio de 2021] Disponible en: <https://ionicframework.com/docs/v3/components/>

Jackson, K. (2018). A brief history of the smartphone. [Consultado el 3 de junio de 2021] Disponible en: <https://sciencenode.org/feature/How%20did%20smartphones%20evolve.php>

Reyes, J. (2018). Tips que te salvarán al usar Ionic CLI. [Consultado el 15 de junio de 2021] Disponible en: <https://medium.com/@josephat94/tips-que-te-salvar%C3%A1n-al-usar-ionic-cli-17ae095409d1>



# Importancia de un Manual de Seguridad en el Laboratorio de Microbiología y la Identificación de los Peligros Físicos, Químicos y Microbiológicos que se Presentan en una Empresa Procesadora de Alimentos

ING. Maricela Mendieta Anzúrez<sup>1</sup>, M.A.N. Omar Oswaldo Torres Fernández<sup>2</sup>,

**Resumen**— En este artículo se presenta los riesgos que se pueden presentar en el laboratorio de Microbiología existe la posibilidad de presentarse alguna situación donde se vea afectada la integridad del personal que labora en el área por lo que es importante que se involucre en el manejo de las Buenas Prácticas de laboratorio en el área de Microbiología. Es necesario diseñar e implementar un manual de seguridad para que el personal de nuevo ingreso y las que no están involucrado en su totalidad en esta área, y conozca las medidas de seguridad que debe seguir en el área para prevenir y saber cómo actuar sobre cualquier peligro que se presente ya sea físico, químico o microbiológico, que este se detecte al inicio, durante y al final de realizar los análisis microbiológicos. Por lo que también es de suma importancia conocer las regulaciones técnicas obligatorias

**Palabras clave**—Seguridad, laboratorio, Microbiología, Personal, Manual

## Introducción

La seguridad en el laboratorio es una de las principales reglas que se deben de seguir, se podría decir que es una guía para que el usuario tome medidas de seguridad más amplias y adecuadas, el propósito de este manual es tener condiciones adecuadas para desarrollar las actividades diarias, esto para favorecer el desarrollo responsable de los peligros físicos, químicos y biológicos que pudieran presentarse.

“La seguridad en los laboratorios ha sido concebida en el propósito de proporcionar a todo el personal que trabaja en ese lugar, la formación y reglas generales que le permitan desarrollar su trabajo de la manera más segura posible”. (Lazo García, 2004)

El trabajo pretende aportar información y abordar el tema de la seguridad laboral en el área de trabajo, toda organización debe de contar con un manual de seguridad en los distintos departamentos principalmente en las áreas donde se manejan sustancias químicas, los laboratorios son los principales departamentos donde se realiza más manipulación de los mismos, el personal que labora en dichos departamentos debe de estar informado de cuáles son las principales medidas de seguridad que se deben seguir, el manual será una herramienta necesaria.

La seguridad en el laboratorio de microbiología comprende de medidas preventivas y su objetivo principal es la prevención y protección del analista que esté a cargo de los análisis microbiológicos por lo que también es importante que se conozca los diferentes riesgos que existen como son los agentes biológicos, químicos y físicos que se pueden encontrar en el laboratorio.

Se debe de tener mucho cuidado de los agentes biológicos porque estos no lo vemos a siempre vista por ejemplo las esporas de los hongos son tan pequeñas y volátiles que no podemos percibir las a simple vista por lo que el riesgo por inhalación es muy alto, pero también existe el contacto directo con la piel e ingestión a través de las manos contaminadas.

La seguridad en el laboratorio es un tema de suma importante ya que se busca que el analista o inspector esté capacitado en el área de trabajo del laboratorio de microbiología, este manual podrá ser utilizado como guía en la introducción de los análisis que se realizan y que pueden generar algún riesgo en el laboratorio, por lo que también es de suma importancia conocer las regulaciones técnicas obligatorias y a su vez se darán recomendaciones útiles para trabajar de manera adecuada y segura.

<sup>1</sup> ING. Maricela Mendieta Anzúrez Estudiante de Posgrado Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cuautla, Libramiento Cuautla-Oaxaca S/N, Juan Morales, 62745 Cuautla, Morelos. [M18680005@cuautla.tecnm.mx](mailto:M18680005@cuautla.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M.A.N. Omar Oswaldo Torres Fernández Docente del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cuautla, Libramiento Cuautla-Oaxaca S/N, Juan Morales, 62745 Cuautla, Morelos. [Omar.torres@cuautla.tecnm.mx](mailto:Omar.torres@cuautla.tecnm.mx)

## Descripción del Método

### El laboratorio de Microbiología en una empresa procesadora de alimentos

El trabajo pretende aportar información y abordar el tema de la seguridad laboral en el área de trabajo, toda organización debe de contar con un manual de seguridad en los distintos departamentos principalmente en las áreas donde se manejan sustancias químicas, los laboratorios son los principales departamentos donde se realiza más manipulación de los mismos, el personal que labora en dichos departamentos debe de estar informado de cuáles son las principales medidas de seguridad que se deben seguir, el manual será una herramienta necesaria.

La seguridad en el laboratorio es un tema de suma importante ya que se busca que el analista o inspector esté capacitado en el área de trabajo del laboratorio de microbiología, este manual podrá ser utilizado como guía en la introducción de los análisis que se realizan y que pueden generar algún riesgo en el laboratorio, por lo que también se darán recomendaciones útiles para trabajar de manera adecuada y segura.

La seguridad en el laboratorio de microbiología comprende de medidas preventivas y su objetivo principal es la prevención y protección del analista que esté a cargo de los análisis microbiológicos por lo que también es importante que se conozca los diferentes riesgos que existen como son los agentes biológicos, químicos y físicos que se pueden encontrar en el laboratorio.

#### Riesgo biológico

“El resigo biológico es aquel susceptible de ser producto por la exposición inadecuada a agentes biológicos” entre los agentes biológicos peligrosos se encuentran las bacterias, hongos, virus, parásitos, alérgenos, cultivos, cepas y material contaminado. (López, 2015)

Se debe de tener mucho cuidado de los agentes biológicos porque estos no lo vemos a siempre vista por ejemplo las esporas de los hongos son tan pequeñas y volátiles que no podemos percibir las a simple vista por lo que el riesgo por inhalación es muy alto, pero también existe el contacto directo con la piel e ingestión a través de las manos contaminadas.

El símbolo internacional que representa el riesgo biológico debe colocarse en las puertas de los lugares donde se manipulen agentes biológicos

#### Riesgo químico

Los productos químicos usados con gran frecuencia en el trabajo, en la sociedad moderna y en el hogar pueden producir efectos indeseables sobre las personas y el medio ambiente. La manipulación y utilización de sustancias químicas trae consigo el riesgo químico cuando se realiza bajo condiciones no seguras, sustancias de distinta naturaleza o peligrosidad son capaces de afectar desfavorablemente la salud de las personas causando efectos adversos muchas veces graves e incluso irreversibles. Las afecciones pueden manifestarse de forma aguda o crónica y con afecciones locales o sistemáticas en la piel, vías respiratorias y demás aparatos y sistemas del organismo humano. (Varela, 2015)

El personal del laboratorio al estar más en contacto con los productos químicos que se manejan en el área debe de tomar medidas de seguridad ya que al no cumplir con las reglas de seguridad corre el riesgo de ver afectada su salud por la inadecuada manipulación de las sustancias químicas, por lo que es de suma importancia que en el área de trabajo se cuente con las fichas de seguridad de cada una de las sustancias que se utilizan en microbiología.

#### Riesgo físico

Según (Carlos & Arboledas, 2014) “Son factores de riesgo físico son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que al actuar sobre el trabajador pueden provocar efectos adverso a la salud dependiendo de la intensidad, tiempo de exposición y concentración de los mismo. Su origen está en los distintos elementos del entorno de los lugares de trabajo los principales factores de riesgo físico a los que se ve sometido el trabajador del laboratorio de Microbiología son el ruido, iluminación, temperatura (frio, calor), electricidad y radiaciones no ionizantes”.

En el laboratorio cuenta con equipos que al ser utilizados generan ruido de alta frecuencia por ejemplo la campana de flujo laminar al usarse para la siembra de muestras durante periodos de una hora y media todos los días

el analista está sometido a este tipo de frecuencia que a largo plazo le generaran un daño en su audición. Otra de las actividades de trabajo del analista de microbiología es la identificación de microorganismos que requieren utilizar luz ultravioleta por lo que también está expuesto a este tipo de radiación. Los niveles de iluminación inadecuada provocan deslumbramiento, reflejos molestos que pueden provocar accidentes.

En el laboratorio se generan temperaturas extremas por la utilización de las autoclaves para la esterilización de medios de cultivo y material por lo que es importante tener un programa de revisión y mantenimiento de termómetros para evitar que suceda un accidente.

Es de suma importancia tener bien identificado el área donde se llevara a cabo el proyecto de investigación para la realización del manual de Microbiología, aunque es una área pequeña este deben de estar perfectamente identificadas, las áreas donde se trabajara al ser una zona de riesgo biológico se deben de tomar todas las precauciones necesarias para que toda persona que ingrese al laboratorio esté enterada de las normas que se deben de seguir.

A continuación se mencionaran las normas a seguir:

- ✓ Uso de bata de manga larga de preferencia de algodón
- ✓ Uso lentes de seguridad, cofia, cubreboca, guantes de látex
- ✓ Uñas corta y sin esmalte
- ✓ Cabello recogido (uso de cofia)
- ✓ Sin maquillaje
- ✓ Sin joyería (mujeres y hombres)
- ✓ Cabello corto (hombres)
- ✓ Sin barba y bigote
- ✓ Zapato cerrado

El lugar donde se llevara la investigación es una empresa procesadora de alimentos que se encuentra ubicada en la ciudad de Cuautla, Morelos, la empresa cuenta con la infraestructura adecuada, el laboratorio de Microbiología cuenta con el equipo necesario para realizar los análisis solicitados por el cliente los análisis solicitados son: Coliformes, Mesófilos Aerobios, Hongos, Levaduras, Escherichia Coli y Salmonella, estos son agentes biológicos por lo que es indispensable tomar todas las medidas de seguridad necesarias para evitar que el personal adquiera cualquier tipo de contaminación y afecte su salud e integridad física, pero si el personal no cuenta con la información mínima de como ingresar al área es susceptible a tener un accidente en el área de trabajo.

El manual que se elaborara contara con la información necesaria para el ingreso y normas que se deben de seguir al trabajar en esta área, desgraciadamente nos encontramos con malos hábitos de trabajo pero esto se debe a la desinformación que existe en el lugar de trabajo y el desinterés por esta razón es necesario que se conozcan las reglas básicas de seguridad que servirán como guía para evitar accidentes en el laboratorio.

Algunas de las normas generales que se deben de seguir en el laboratorio de Microbiología son:

- ✓ Conocer las diferentes sustancias que se manejan desde la más inofensiva hasta la más peligrosa, las fichas de seguridad os brindan esta información.
- ✓ Conocer la metodología de trabajo de los diferentes análisis que se realizan.
- ✓ Conocer el equipo que hay en el laboratorio y su correcto funcionamiento.
- ✓ Conocer las BPL (Buenas prácticas de laboratorio)
- ✓ Las superficies de trabajo deben de estar limpias y desinfectadas con un agente desinfectante autorizado.
- ✓ Los desechos generados deben de ser inactivados y desechados en bolsas rojas de riesgo biológico y depositados en contenedores cerrados para su recolección e incineración.
- ✓ En caso de derrame accidental avisar al jefe inmediato y proceder a la desinfección y en caso de emergencia evacuar al personal presente inmediatamente.
- ✓ El acceso al laboratorio solo será del personal autorizado.
- ✓ La puerta deberá estar siempre cerrada.
- ✓ El laboratorio siempre debe permanecer limpio y ordenado.

## Comentarios Finales

Durante la recopilación de los datos para la propuesta de la elaboración del manual nos dimos cuenta que es necesario tener un manual de seguridad tanto para el área de microbiología y el laboratorio en general esa es una segunda propuesta que se tiene en mente plantearla al jefe del departamento de calidad.

El lugar cuenta con todo lo necesario para realizar la investigación, aún falta que sea aprobado por el gerente general de la empresa por lo que se hará una presentación para explicar a detalle todo lo que se hará para la obtención del manual de seguridad de Microbiología.

### *Resumen de resultados*

En este trabajo de investigación se dieron a conocer los principales riesgos que se pueden presentar en el laboratorio y como se pueden identificar, aún queda mucho trabajo por realizar un camino largo tedioso pero no imposible,

### *Conclusiones*

Se debe de seguir trabajando más en la identificación de los peligros físicos, químicos y biológicos y hacer un curso de introducción a la seguridad en el laboratorio, programar capacitación constante, también sería de mucha ayuda un equipo de cómputo exclusivo para tener acceso rápido al manual e ir trabajando en las actualizaciones del mismo y la revisión por la persona encargada, pero sobre todo ir anotando e identificando los puntos que se consideran de mayor riesgo y trabajar inmediatamente en esos puntos.

Por ser una empresa procesadora de alimentos se tiene que dar seguimiento en la elaboración del manual de seguridad.

### *Recomendaciones*

Tener el manual de física y digital y capacitar al personal para la utilización del mismo y tomar en cuenta las recomendaciones del personal que labora en el laboratorio ya que es la que está más en contacto en el área capacitarlos explicarles y sensibilizar para que entiendan la importancia del documento, también se recomienda tener un equipo multidisciplinario para intercambian puntos de vista diferente en cuanto a la seguridad.

## Referencias

- Carlos, J., & Arboledas, A. (2014). *Seguridad en el laboratorio de microbiología clínica*. Madrid: Seimc.
- Lazo García, Q. (2004). *Manual de seguridad en el laboratorio de Microbiología Molecular*. México: Departamento de Microbiología e inmunología .
- López, M. C. (2015). *Guías para el laboratorio de Bacteriología* (Primera ed.). Colombia , Bogotá, Colombia : Ediciones uniandes .
- Varela, F. (2015). *Sustancias Químicas y Peligrosas* . La Habana : Universitaria.

## Notas Biográficas

La **Ing. Maricela Mendieta Anzúrez** Estudiante de Posgrado Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cuautla, Libramiento Cuautla-Oaxaca S/N, Juan Morales, 62745 Cuautla, Morelos. Actualmente trabaja como analista en una empresa procesadora de alimentos en la ciudad de Cuautla Morelos.

El **M.A.N. Omar Oswaldo Torres Fernández** Docente del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cuautla, y jefe del Departamento de Ciencias-Económico Administrativas.

## Reordenamiento del Comercio Ambulante en el Centro Histórico del Municipio de Puebla Capital

Mtra. Marisela Méndez Balbuena<sup>1</sup>, Mtro. Ener Rafael Padilla Carrasco<sup>2</sup>, Mtra. Cristina Rodríguez Rivero<sup>3</sup>, Mtra. Irene Izazaga Pérez<sup>4</sup> Estudiante: Jonatan Ayala Vargas<sup>5</sup>

**Resumen**--El problema del comercio informal ha estado presente en nuestro país durante décadas, la existencia del ambulante ha formado parte de la sociedad actual, por lo que este fenómeno no ha sido regulado en la mayoría de los lugares donde se presenta. Este tipo de actividades sociales y económicas ha causado serios problemas en los negocios establecidos, mostrando que el ambulante se considere como una competencia económica y fiscal desleal; por lo que se refiere a la comunidad en general también se ha visto afectada por que se entorpece la movilidad peatonal y vehicular en las calles y avenidas del centro de la ciudad.

La presente investigación se iniciará a evaluar las condiciones de desventaja que tienen el comercio establecido frente a los ambulantes durante la pandemia, así como las condiciones en la que operan los vendedores ambulantes en la zona del centro histórico de la ciudad de Puebla, debido a que las condiciones de sanidad que atraviesa la sociedad a nivel global actualmente no son favorables para la población para desarrollar actividades comerciales.

Se analizará la perspectiva desde el punto económico pero de índole política sobre los intentos de las diferentes administraciones municipales para la reubicación de los comerciantes en otros lugares, ofreciéndoles alternativas de empleo, provocando hasta el momento un gran desacierto por parte de estos gobiernos municipales de Puebla, en un afán de querer mantener la zona céntrica limpia, libre tránsito y delincuencia logrando con ello que el comercio establecido realice sus actividades sin competencia desleal.

### Introducción

El comercio informal ha estado presente en nuestro País desde hace varias décadas y ha formado parte de la sociedad, ocasionando serios problemas al comercio establecido ya que este tipo de actividades esta considerada como una competencia desleal, y esto se debe a que los ambulantes ofrecen productos similares a un bajo costo en virtud de que no pagan impuestos, renta, consumo de agua, energía eléctrica entre otros servicios. Por esta razón, se han visto afectados los comercios formales, así como la movilidad del tránsito local ya que con su actividad invaden el paso peatonal, así como el arroyo vehicular. Cabe hacer mención que el desarrollo de esta actividad ha generado un mayor nivel de contaminación y delincuencia.

En la presente investigación se evaluarán las desventajas que tiene el comercio establecido frente a los ambulantes durante la pandemia actual, así como las condiciones en la que operan los vendedores ambulantes de la zona del centro histórico de la ciudad de Puebla, en relación con las condiciones de sanidad e higiene con las llevan a cabo su actividad comercial, las cuales no se encuentran regulados por parte de la autoridad competente. También se analizarán las acciones de las administraciones gubernamentales por reubicar al comercio informal entre las que podemos mencionar las siguientes:

Ofrecimiento de reubicación en otras calles  
Obtener algún financiamiento para lograr tener local establecido  
Oferta de trabajo con prestaciones de ley por parte de la iniciativa privada.

<sup>1</sup> Marisela Méndez Balbuena es Profesora Investigadora de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Puebla [mmb292002@gmail.com](mailto:mmb292002@gmail.com)

<sup>2</sup> Ener Rafael Padilla Carrasco es Profesor Investigador de tiempo completo en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [erpadillac1970@gmail.com](mailto:erpadillac1970@gmail.com)

<sup>3</sup> Cristina Rodríguez Rivero es Profesora Investigadora en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [rodriguezcris12@hotmail.com](mailto:rodriguezcris12@hotmail.com)

<sup>4</sup> Irene Izazaga Pérez es Profesora Investigadora en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla [ireneip4@gmail.com](mailto:ireneip4@gmail.com)

<sup>5</sup> Jonatan Ayala Vargas es estudiante de la Licenciatura de Comercio Internacional de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Haciendo un poco de historia en la administración de Enrique Doger Guerrero, (2005-2008), sólo se sacó a los ambulantes que vendían antojitos en el zócalo, pero autorizó que el comercio informal se instalara de viernes a lunes en el Centro Histórico. Posteriormente la administración de Blanca Alcalá Ruiz se puso en operación el mercado del Ferrocarril en la 11 Norte y 18 Poniente con 360 locales, aunque en ese momento, solo funcionaba el 10 por ciento. El inmueble fue construido con la intención de reubicar a los ambulantes, aunque fracasó al poco tiempo, ya que los vendedores no pagaban su cuota mensual. Sin embargo, en 2015 el lugar dejó de existir porque se instaló la estación del tren turístico Puebla-Cholula, el cual tuvo un fracaso mayor. Durante el primer periodo del alcalde Eduardo Rivera Pérez (2011-2014), los ambulantes volvieron y se quedaron durante las tres gestiones posteriores. En la administración de Luis Banck hubo un periodo en el que se evitó la instalación de ambulantes en las calles, al colocar a granaderos en las avenidas. Aunque terminaron regresando y se les otorgaron permisos para continuar en la zona. Luego, con la administración de Claudia Rivera Vivanco también se intentó controlar a los informales, aunque las autoridades argumentaron que las modificaciones quitaron la posibilidad de regularlos, aplicar multas o retirar mercancía. Con el paso del tiempo y con la justificación de la crisis económica que dejó la pandemia del Coronavirus desde marzo del 2020, la problemática social del comercio informal se incrementó considerablemente. Ya de nuevo con Eduardo Rivera Pérez, los ambulantes fueron reubicados a partir de la calle 14 poniente hasta 18 poniente, liberando las calles principales del centro históricos.

### **Descripción del Método**

La metodología aplicada para esta investigación es de carácter cuantitativa con carácter exploratoria, en virtud de que se basa en la historia del comercio informal del Municipio de Puebla de la zona centro la información será recabada mediante la aplicación de cuestionarios dirigidos a los propietarios de las Pymes de la mencionada zona, una vez obtenidos los resultados de la aplicación del instrumento, se procederá a la cuantificación y análisis de la información obtenida, con el fin de emitir las conclusiones pertinentes en favor de los propietarios de las pymes que fueron objeto de la presente investigación.

### **Resultados de la Investigación**

Para la realización de la presente investigación se eligieron PyMEs del sector comercial del Centro Histórico Ciudad de Puebla tomando como base la información que nos proporcionó el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) que son en total 50 PyMEs. A las cuales se les realizaron encuestas dirigidas a los gerentes y encargados de las mismas, posteriormente se realizó un análisis de la información obtenida mediante el vaciado de las encuestas para graficar los resultados de los cuales se desprende lo siguiente:

Del total de las empresas que tuvieron afectaciones en sus ventas por el comercio informal: 48% respondieron que Mucho, el 20% medianamente, el 24% dijo que poco, 4% casi nada y el otro 4% dijo que nada. Ver tabla 1.

Del total de las empresas que respondieron a considerar como ha sido a la actuación del Gobierno actual en relación con el reordenamiento comercial, el 8% dijo que excelente, el 20% dijo que es buena, el 32% dijo regular, 12% mala y un 8% muy mala. Ver tabla 2.

Del total de empresas que respondieron a: ¿Como considera que ha sido a la actuación de Gobiernos pasados en relación con el reordenamiento comercial?: un 0% mencionaron excelente, un 8% buena, el 12% dijeron regular, el 32% dijeron que mala, 48% mencionaron muy mala. Ver tabla 3.

Del total de las empresas que mencionaron cual considera el mayor problema que generan los ambulantes; 8% dijeron sobornos, el 40% una competencia desleal, 8% mencionaron la contaminación 24% delincuencia y el 20% tráfico. Ver tabla 4.

Del total de las empresas que respondieron cuales son los principales beneficios del reordenamiento comercial: el 48% mencionaron mejores ventas en el comercio formal, el 28% calles más limpias, un 0% una mayor vigilancia y el 24% tránsito fluido de vehículos. Ver tabla 5

Del total de las empresas que consideran si el reordenamiento comercial proyecta una mejor imagen al turismo: el 40% están muy de acuerdo, el 12% no de acuerdo, el 12% ni de acuerdo ni en desacuerdo 12% algo de acuerdo y el otro 24% de acuerdo. Ver tabla 6.

Del total de las empresas que tan de acuerdo están con las estrategias del gobierno para combatir el comercio informal el 0% están muy de acuerdo, el 4% no de acuerdo, el 48% ni de acuerdo ni en desacuerdo 20% algo de acuerdo y el otro 28% de



acuerdo. Ver tabla 7

Del total de las empresas a las cuales se le preguntó: ¿cuál considera que ha sido la principal causa por la que no se ha podido combatir de forma permanente al comercio ambulante? El 4% menciona desconocimiento en las políticas, el 24% la negativa a ser reubicados, el 16% sobornos al gobierno y el 56% desempleo. Ver tabla 8.

Del total de las empresas encuestadas con la pregunta: ¿quién considera que es mayor beneficiado en el reordenamiento comercial? El 52% menciona el turismo, el 12% al consumidor local, el 4% el comercio informal, el 16% el gobierno y el 52% al comercio informal. Ver tabla 9

PREGUNTA	Respuesta				
	Porcentaje				
4% e comercio informal,	1-Nada	2- Casi nada	3- poco	4- Medianamente	5- Mucho
¿En una escala del 1 al 5 como afecta sus ventas el comercio informal?	4%	4%	24%	20%	48%

**Tabla 1 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta				
	Porcentaje				
	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
¿Como considera que ha sido a la actuación del Gobierno actual en relación con el reordenamiento comercial?	8%	12%	32%	40%	8%

**Tabla 2 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta				
	Porcentaje				
	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
¿Como considera que ha sido a la actuación de Gobiernos pasados en relación con el reordenamiento comercial?	48%	32%	12%	8%	0%

**Tabla 3 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta				
	Porcentaje				
	Trafico	Delincuencia	Contaminación	Competencia desleal	Sobornos
¿Cuál considera que es el mayor problema que generan los ambulantes?	20%	24%	8%	40%	8%

**Tabla 4 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta			
	Porcentaje			
	Transito fluido de vehículos	Mayor vigilancia	Calles limpias	Mejores ventas del comercio formal
Principales beneficios del reordenamiento comercial	24%	0%	28%	48%

**Tabla 5 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta				
	Porcentaje				
	De Acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	No de acuerdo	Muy de acuerdo
Considera que el reordenamiento comercial proyecta una mejor imagen al turismo	24%	12%	12%	12%	40%

**Tabla 6 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta				
	Porcentaje				
	De acuerdo	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	No de acuerdo	Muy de acuerdo
Está de acuerdo con las estrategias del gobierno para combatir el comercio informal	28%	20%	48%	4%	0%

**Tabla 7 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta			
	Porcentaje			
	Desempleo	Sobornos al gobierno	Negativa a ser reubicados	Desconocimiento en las políticas
¿Cuál considera que ha sido la principal causa por la que no se ha podido combatir de forma permanente al comercio ambulante?	56%	16%	24%	4%

**Tabla 8 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

PREGUNTA	Respuesta				
	Porcentaje				
	Comercio formal	Gobierno	El comercio informal	Consumidor local	Turismo
¿Quién considera que es mayor beneficiado en el reordenamiento comercial?	52%	16%	4%	12%	52%

**Tabla 9 Resultados de las encuestas realizadas a la PyMEs**

### Comentarios Finales

El comercio informal ha estado presente en nuestro país desde hace varias décadas y ha sido siempre un problema al tratar de normarlo, ya que con su actividad no solo afectan las vialidades de tránsito, sino que también afectan al comercio establecido al promover una competencia desleal, en virtud que al no tener una regulación legal y un establecimiento fijo sus gastos son mínimos permitiéndoles vender productos a un bajo precio.

Por otra parte, al invadir las calles y avenidas del centro histórico de la ciudad de Puebla, estas se vuelven muy inseguras y sucias además de que afectan considerablemente la imagen de la ciudad hacia el turismo. Por lo que respecta a la actuación de los gobiernos pasados municipales, estos no pudieron regular la actividad del comercio informal lo cual desencadenó problemas muy serios al centro histórico de la ciudad de Puebla entre los cuales destacan calles inseguras, contaminación, competencia desleal para el comercio establecido, problemas de tránsito vehicular y evasión fiscal. Actualmente el gobierno que representa el ciudadano Eduardo Rivera Pérez implementó estrategias para el retiro inmediato y permanente de los ambulantes, a los que se les reubicó en puntos estratégicos para realizar su actividad comercial.

De acuerdo a la investigación realizada se pudo observar que los comerciantes establecidos son los más afectados por el comercio informal en virtud de que las ventas han sido afectadas en un 50%.

En relación a las estrategias implementadas, se espera una continuidad a las estrategias implementadas por parte de los gobiernos futuros en beneficio del comercio formal, el turismo, y la población en general.

### Referencias Bibliográficas

Bañuelos González David. Comercio Ambulante En El Centro Histórico De Puebla. Benemérita Universidad Autónoma De Puebla Facultad De Arquitectura Colegio De Diseño Urbano Ambiental. Septiembre 2014. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/5677/540814TL.pdf>

Cuapa Abel. Los ambulantes en Puebla y el histórico fracaso para retirarlos del Centro. 07/01/2022. El universal Puebla. <https://www.eluniversalpuebla.com.mx/ciudad/los-ambulantes-en-puebla-y-el-historico-fracaso-para-retirarlos-del-centro>

Cuaya Martha. Hay líderes de ambulantes y sexoservidoras que utilizan el trabajo como fachada: Eduardo Rivera. 10/12/2021 El Sol de Puebla. <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/hay-lideres-de-ambulantes-y-sexoservidoras-que-utilizan-el-trabajo-como-fachada-eduardo-rivera-7591324.html>

Cuaya Martha. Comercio informal en el CH es fachada de actividades delictivas, afirma Eduardo Rivera. 14/01/2022. El Sol de Puebla. <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/comercio-informal-en-el-ch-es-fachada-de-actividades-delictivas-afirma-eduardo-rivera-7732058.html>

Cuaya Martha. Las calles no se negocian, afirma Jorge Arturo Cruz Lepe. 02/03/22. El Sol de Puebla. <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/las-calles-no-se-negocian-afirma-jorge-arturo-cruz-lepe-7935032.html>

Cuaya Martha. No hay marcha atrás para reordenamiento de ambulantes: Eduardo Rivera 15/03/22. El Sol de Puebla. <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/no-hay-marcha-atras-para-reordenamiento-de-ambulantes-eduardo-rivera-7996826.html>

Hernández Miguel. Canaco reconoce retiro de comercio ambulante en el Centro Histórico de Puebla. 03/03/2022. El economista. <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Canaco-reconoce-retiro-de-comercio-ambulante-en-el-Centro-Historico-de-Puebla-20220303-0141.html>

Salvat, E. (2004). La Enciclopedia. Volumen 14. España: Salvat Editores.

# Análisis de los Factores para la Implementación de un Clúster Forestal en el Municipio de Othón P. Blanco

Lic. José Manuel Meneses Domingo<sup>1</sup>, Ing. Jasiví García Mendoza <sup>2</sup>,

**Resumen**—Los recursos forestales siempre han sido fuente de sustento para los habitantes de Quintana Roo. En el municipio de Othón P. Blanco, el mayor volumen de producción lo tienen las tablas como producto maderable y no existe un gran porcentaje de productos transformados que tengan valor agregado, como resultado final de un aserradero. La investigación contiene información relevante en la cual se hace un análisis de los clústeres forestales en Finlandia, Suecia y Jalisco. Esto es para obtener información tanto de clústeres internacionales como nacionales, y poder tener una visión más amplia sobre el tema, esta tiene como metodología mixta con carácter predominantemente cualitativa.

**Palabras clave**—Clúster, Quintana Roo, Recursos forestales, Sostenibilidad, Competitividad.

## Introducción

En las zonas rurales del municipio de Othón P. Blanco la producción de maderas es muy buena. Sin embargo, los ejidatarios en muchas ocasiones no logran vender su producto al precio que solicitan y deciden exportarlo al extranjero, principalmente en Europa donde es muy solicitado para la elaboración de muebles de lujo.

En el municipio, el mayor volumen de producción lo tienen las tablas y no existe un gran porcentaje de productos transformados que tengan valor agregado. Son muchas las causas que han ocasionado que el sector forestal no tenga un gran desarrollo, por ello la conformación de un clúster puede ser lo que se necesite para que entre todos los pertenecientes al sector puedan generar alianzas que beneficien a todas las partes involucradas.

Casi el 90% del territorio del estado de Quintana Roo se conforma por selva, de la cual es posible la extracción de maderas preciosas y comunes tropicales. Dentro de las primeras podemos encontrar el cedro y la caoba. (INEGI, México en cifras, Quintana Roo 2017)

Del total de la producción forestal maderable del año 2017, el 93% corresponde a las maderas comunes tropicales y el 7% a las maderas preciosas. Los municipios con mayor producción forestal maderable en el año 2017 fueron: Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Othón P. Blanco. (INEGI, México en cifras, Quintana Roo 2017)

En Othón P. Blanco existen varias PyMEs dedicadas al sector forestal. Por esa razón, es el lugar adecuado en el cual se pueden establecer relaciones entre productores y empresas de esta actividad que permitan la creación de un clúster para la mejora de la competitividad de las mismas. Para ello, es necesario determinar los factores que influyen en la creación de un clúster forestal.

Por lo que se presenta la pregunta de investigación que acompañará las principales cuestiones a desarrollar dentro de la presente investigación: ¿Cuáles son los factores que intervienen en el estudio para determinar si la creación de un clúster forestal en el municipio Othón P. Blanco es factible?

Otro punto a considerar es que la creación de un clúster impulsa la economía de las regiones debido a que se crean más empresas y con ello empleos. Al existir un apoyo entre productores, empresas e instituciones públicas y privadas la actividad forestal tendrá una mayor importancia. Por ese motivo, es importante realizar un estudio de las variables para poder determinar si es posible la creación de este clúster.

En el año 2017 la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) realizó una investigación de la cuenca de abasto forestal en Othón P. Blanco. Dicha investigación contiene información sobre los recursos forestales, las industrias, infraestructura y logística que posee la cuenca, así como también aspectos socio-económicos y ambientales. Entre sus resultados encontraron que existe una gran área de oportunidad para esta industria, dado el hecho de que el valor agregado se enfoca únicamente en el secado de la madera aserrada. Un gran porcentaje del volumen que sale de la cuenca son tablas y no productos elaborados.

Se requieren grandes inversiones para incrementar el valor agregado, esto se puede lograr a través de la integración de cadenas productivas.

Existen muchas limitantes en el sector, pero resaltan tres. En primer lugar, se necesitan simplificar y agilizar los trámites que se realizan ante SEMARNAT, capacitar a todos los que pertenecen al sector respecto a la actividad

<sup>1</sup> Lic. José Manuel Meneses Domingo es Profesor del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Chetumal, Q. Roo, México. [jose.md@chetumal.tecnm.mx](mailto:jose.md@chetumal.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Ing. Jasiví García Mendoza es egresada de la Ingeniería en Gestión Empresarial por parte del Instituto Tecnológico de Chetumal, Q. Roo, México [jasivy98@gmail.com](mailto:jasivy98@gmail.com)

forestal y por último, modernizar la industria. En este documento se hace mención que el Fideicomiso Económico de Quintana Roo definió un Clúster Forestal proyectado para el 2025, en donde ya tienen seleccionados los productos a producir con la transformación de materia prima.

El término clúster, a lo largo de los años, ha ido evolucionando. Muchos autores adaptan el concepto de acuerdo a su criterio, sin embargo, no existe una gran diferencia entre las diversas definiciones.

En el año 1990, Michael Porter publicó su libro titulado: La ventaja competitiva de las naciones. Es un libro que logró que popularizar el concepto de clúster. Describe dos tipos: los verticales y los horizontales. Los verticales, son el agrupamiento de industrias que se identifican por tener relaciones de compra – venta. (Porter, 1990, citado por Lódola y Menéndez, 2004, p. 6) Esta primera integración incluye a los proveedores, empresas de distribución y también al consumidor final. Por otro lado, horizontales se caracterizan porque busca una integración entre empresas de bienes o servicios complementarios y también con aquellas que utilizan tecnología, personal o servicios especializados similares. (Porter, 1990, citado por Neri, 2018, p.36)

Entre las definiciones más conocidas de clústeres encontramos las siguientes:

Los clústeres son agrupamientos de empresas interconectadas que comparten ubicación geográfica. El clúster se encuentra conformado por proveedores especializados y de servicios, empresas en industrias vinculadas al sector y de igual manera, instituciones asociadas en campos particulares como universidades y asociaciones comerciales. Todas se encuentran compitiendo, pero al mismo tiempo cooperan entre sí. (Porter, 2008, citado por Neri 2018 p.52)

Los clústeres forestales en Finlandia y Suecia poseen una gran ventaja competitiva. Ambos países disponen de extensas reservas de bosques que tienen una muy buena ubicación. Contar con bosques cercanos al mar les ayuda a reducir los costos de transporte. Se encuentran en una zona geográfica que les sirve para exportar sus productos a mercados internacionales de importancia, como lo es el resto del continente europeo. La economía de estos países se basa principalmente en la actividad forestal. El papel y la pasta concentran la mayor producción de las industrias (Lódola y Menéndez, 2004).

El clúster de Finlandia, para el año 2018 se encontraba posicionado en el tercer lugar en el mundo en la exportación de papel y cartón, el sexto en la producción de pasta o pulpa (la pasta es la fibra de madera preparada que sirve para la producción de papel). Por otra parte, Suecia se ubicaba en la cuarta posición con el papel y séptima con la pulpa (FAO, Comercio de productos forestales, 2018).

A pesar de que ambos países poseen clústeres forestales, cada uno destaca por diferentes razones. Por un lado, Finlandia se decidió especializar en la creación de productos forestales de alto valor agregado como son el papel de revista y otros papeles de alta calidad. Mientras que, Suecia se enfocó en el mercado de la pasta, las bolsas de papel, el papel kraf para embalar y el papel periódico.

El impacto que tiene el clúster forestal es tan grande que ha impulsado al desarrollo de múltiples empresas que añaden valor a la fase extractiva de esta actividad. En el clúster existe un mayor aprovechamiento de los recursos forestales. Se producen encadenamientos hacia adelante y atrás. En el caso de los primeros, dentro de los productos procesados se encuentran: las maderas aserradas, productos de madera usados para construcción y elaboración de muebles, la pulpa y celulosa, cartones y todo tipo de papel. Por otro lado, los encadenamientos hacia atrás involucran a tres áreas. Los insumos para la fase de plantación y procesamiento, la maquinaria y equipo necesario para la reforestación o la fabricación de papel y por último los servicios de ingeniería. También se han creado eslabones a los lados en donde se encuentran las áreas de generación eléctrica, actividad química y minera, comercialización y logística, industrias ambientales y servicios relacionados. (Lódola y Menéndez, 2004 p.26)

En la página oficial del clúster forestal del estado de Jalisco, actualizada en el año 2020. Establece que es una asociación civil sin fines de lucro fundada en el 2014. Este clúster tiene como propósito diseñar una estrategia que permita regular el uso del territorio boscoso. Busca reducir las importaciones del estado, de modo que puedan satisfacer la demanda de la entidad con sus propios recursos y convertir a Jalisco en un potencial exportador.

Está integrado por diversos socios de manera que representa el encadenamiento desde la producción, industria y transformación, hasta la comercialización y servicios técnicos especializados. Los socios que conforman al clúster son: Asociación de Silvicultores e Industrias de Jalisco, Asociación de Industriales Forestales de Jalisco, Cámara Nacional de la Industria Maderera y Similares, Delegación Occidente, Asociación de Fabricantes de Muebles de Ocotlán, Clúster de Mueble y la Decoración de Jalisco, Colegio de Ingenieros Forestales del Estado de Jalisco, Asociación Mexicana de Profesionales Forestales Sección Jalisco y Unión de Productores de Bambú de Occidente.

El clúster forestal de Jalisco cuenta con dos certificaciones: La Certification Bronze – European Cluster Management Excellence. Otorgada por la European Secretariat for Cluster Analysis. La obtención de este certificado es por medio de un proceso que consiste en una evaluación donde se cubren 36 indicadores. Los indicadores son con respecto a la estructura, administración, gobernanza, financiamiento, servicios prestados, contactos, comunicación interna, logros y reconocimientos del clúster. Los resultados se presentan en un reporte en donde se incluyen recomendaciones y mejoras a futuro para seguir avanzando en los niveles de esta certificación. Este tipo de



certificación verifica que un clúster cumpla con los requisitos de calidad que marcan los estándares europeos. También, permite una mejor comunicación con contactos internacionales, lo cual es una ventaja para el clúster.

La certificación Green. Les fue otorgado por ser un organismo promotor en el cumplimiento de normas de accesibilidad, ecología, medio ambiente y conservación.

El estado de Quintana Roo se encuentra conformado por 84.67% de selva. El 9.19% corresponde a vegetación hidrófila, 3.30% asentamientos agrícolas, 2.34% pastizal, 0.28% de vegetación especial, 0.18% sin vegetación aparente, 0.03% desprovista de vegetación y 0.01% de bosque. (INEGI, Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017)

El concepto de competitividad es muy generalizado, y como una forma de limitar esta definición han surgido diversos enfoques. Existe una metodología para cada enfoque. La primera metodología plantea la competitividad entre países, en otra para las regiones, una para empresas y la última para individuos. De este modo, la competitividad no solo adquiere importancia en las empresas, sino también para las personas, instituciones, ciudades y territorios (Porter, 2008, citado por Neri, 2018 p.42).

El Global Competitiveness Index (GCI) publicado por el World Economic Forum. Es una herramienta que toma en cuenta bases micro y macroeconómicas para medir la competitividad de una nación. El indicador es construido a partir de 12 pilares que explican la competitividad y posicionamiento de los países, estos se agrupan en tres categorías. En la primera encontramos a las economías en las que el desarrollo depende de los aumentos de factores productivos; en la segunda a economías impulsadas por mejoras de eficiencia; y la tercera a economías innovadoras. Todos estos se cuantifican con base al grado de desarrollo de los países mediante el producto interno bruto per cápita. El estudio realizado por el WEF se lleva a cabo cada año. (Huber y Mungaray, 2017 p. 173)

Otro de los organismos que estudia la competitividad internacional es el Institute for Management Development (IMD) por medio del documento anual llamado World Competitiveness Yearbook. Ha sido publicado desde el año 1989. Se encarga de analizar la capacidad que tienen las naciones para crear un ambiente propicio para la competitividad de las empresas. El IMD no solo se basa en aspectos económicos como el PIB per cápita y la productividad para medir la competitividad. Considera la forma en la que los países hacen frente a factores políticos, sociales y culturales. Se toman en cuenta dichos factores con el objetivo de concientizar a las naciones para que lleven un ambiente de negocios adecuado, cumplan con una infraestructura eficiente, instituciones y políticas adecuadas. Contar con los factores ya mencionados será de gran ayuda para que las empresas de la nación se sientan alentadas y apoyadas. (Huber y Mungaray, 2017 p.173 y 175)

° Competitividad a nivel nacional. Cada nación también cuenta con diversos indicadores para medir su competitividad. En México los estudios se actualizan en periodos muy largos. En este caso, únicamente se mencionan los que tienen actualizaciones más recientes.

El Índice de Competitividad Sostenible de los Estados Mexicanos (ICSEM) antes denominado Índice de Competitividad de los Estados Mexicanos (ICEM). Es un estudio realizado por la Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública (EGAP) del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Este estudio no tiene un periodo definido para su publicación, ya que en años anteriores ha sido publicado cada dos, tres e incluso cuatro años. Este indicador ayuda a sustentar la toma de decisiones en cuanto a políticas públicas. Se basa en los aspectos que inciden en la competitividad de los estados de México. Su objetivo es evaluar y analizar el entorno de competitividad sostenible de cada entidad del país ayudando al desarrollo de estrategias de alto impacto (México competitivo, 2017).

### **Descripción del Método**

#### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

La investigación realizada es de carácter documental, puesto que para su desarrollo se obtuvo información de artículos y revistas digitales que sirvieron de sustento para el trabajo. De igual forma, el método empleado es de inductivo – deductivo. Es inductivo debido a que se analizaron de manera particular casos de clústeres forestales en Finlandia, Suecia y Jalisco para obtener los factores que intervienen de manera general en la creación de estos. Es deductivo porque una vez obtenidos los factores, estas pueden ser aplicadas de manera particular al municipio de Othón P. Blanco, partiendo así de la teoría a la práctica. Es transversal porque se realizó en un periodo de tiempo determinado que abarco los meses de Julio – Enero. También es un método cualitativo debido a que se utilizaron datos no numéricos para la obtención de las variables de estudio. (Hernández, F. B. 2010).

### **Comentarios Finales**

#### *Conclusiones*

La integración de empresas para la creación de un clúster genera muchos beneficios para los que lo integran. Permite que las PyMEs compartan información que les ayude a desarrollarse y volverse competitivas. Los clústeres

impulsan a la economía de una región, esto es porque empiezan a surgir un mayor número de empresas y con ello se generan empleos. Es necesario que las empresas tengan conocimiento de los beneficios que obtendrán al pertenecer a un clúster, es por ello que en el trabajo se describieron algunas.

Othón P. Blanco se encuentra integrado por localidades en donde la producción forestal otorga recursos maderables y no maderables que son el principal sustento de muchas familias. Por ello, la implementación de un clúster forestal puede ser lo que se necesita para que el sector adquiera una mayor importancia. Además, puede impulsar a otros municipios del estado a aprovechar los recursos forestales de una manera sustentable, creando posiblemente en un futuro, un clúster forestal ya no de un solo municipio, sino estatal.

En el municipio se pueden crear encadenamientos productivos. En primer lugar, cuenta con aserraderos que permiten llevar a cabo la elaboración de productos procesados como la madera aserrada, este es un encadenamiento hacia adelante porque complementan la producción. En este caso, el encadenamiento se puede llevar a cabo con carpinterías y madererías que compran la madera aserrada para convertirla en un producto con valor agregado.

Por otro lado, se puede realizar un encadenamiento hacia atrás que involucre a las siguientes tres áreas: insumos para la plantación y procesamientos de los recursos forestales maderables y no maderables de la región, la maquinaria y equipo que se utilizará para llevar a cabo la reforestación y, por último, los servicios de ingeniería necesarios para este sector. Estos encadenamientos generan un mayor impacto sobre la economía y mayor demanda de trabajo, que trae como resultado una mejor calidad de vida para la población.

Es de suma importancia que el municipio se enfoque en llevar a cabo un uso apropiado de los recursos forestales en donde prevalezca la sostenibilidad. Permitiendo de este modo, garantizar el manejo de prácticas adecuadas que no causen un gran impacto ambiental. Esto permitirá que los ejidos puedan obtener la certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC) que garantiza que las maderas son de óptima calidad. La FSC permite que la demanda de países extranjeros se incremente y, por ende, exista una mayor exportación. El municipio ya cuenta con cinco ejidos certificados que son: Noh Bec, Petcacab, Polinkin, Tres Garantías y Caobas por ello, se debe de seguir trabajando para que todos los ejidos cuenten con esta certificación que les ayude a crear una gran ventaja competitiva frente a otros.

### *Recomendaciones*

Con los factores estudiados, se propone crear las variables que permitirán elaborar instrumentos que sirvan para la realización de un estudio que ayude a verificar si las empresas del sector forestal del municipio de Othón P. Blanco estarían dispuestas a pertenecer al clúster. Para ello se propone:

- Diseñar encuestas en base a las variables de estudio y aplicarlas a empresas relacionadas o complementarias con el sector forestal.
- Con los resultados, se deberá realizar un análisis para determinar si la creación de un clúster forestal en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo es factible. Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en el factor XY y su influencia en la población rural. Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a.... (Se incluyen actividades que se deben hacer en el futuro).

### **Referencias**

- CONAFOR. (2017). Estudio de cuenca de abasto forestal Othón P. Blanco. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/22/7395Othon%20Pompeyo%20Blanco%20Quintana%20Roo.pdf>
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Recuperado de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825095130.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095130.pdf)
- INEGI. (2017). Banco de indicadores: volumen forestal maderable México. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=00100010&ag=00#tabMCcollapse-Indicadores>
- INEGI. (2017). México en cifras, Quintana Roo. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=23#tabMCcollapse-Indicadores>
- Hernández, F. B. (2010). Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Huber, G., y Mungaray, A. (2017). Los índices de competitividad en México. Gestión y política pública, 26(1), 167-218. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5831366>
- México Competitivo. (2017). Índice de competitividad de los Estados Mexicanos del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Recuperado de <https://www.gob.mx/se/mexicocompetitivo/articulos/indice-de-competitividad-de-los-estados-mexicanos-del-instituto-tecnologico-y-de-estudios-superiores-de-monterrey-98882?state=published>

Neri, J. (2018). Política de Clúster como Estrategia de Competitividad. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/336511341\\_Politica\\_de\\_Cluster\\_como\\_Estrategia\\_de\\_Competitividad](https://www.researchgate.net/publication/336511341_Politica_de_Cluster_como_Estrategia_de_Competitividad)

## E-commerce como Factor de Productividad en las Micro y Pequeñas Empresas de la Ciudad de Chetumal

Lic. José Manuel Meneses Domingo<sup>1</sup>, Br. Sergio Asael Quintal Castillo<sup>2</sup>, Tec. Abril Roxana Ramirez de Arellano Rodriguez<sup>3</sup>

**Resumen-** El e-commerce ha sido por mucho tiempo un factor importante para que empresas puedan aumentar su productividad y con los avances tecnológicos que cada vez se han vuelto más rápidos han empujado a que las micros y pequeñas empresas se adapten implementando esta herramienta a su forma de trabajo de forma que el comercio electrónico se ha convertido en un factor beneficioso para este tipo de empresas. En esta investigación se abordará como el e-commerce ha hecho una función de factor de productividad en empresas micro y pequeñas de la ciudad de Chetumal que en su mayoría son del tipo comercial, identificando como estas se apoyan en el e-commerce para obtener mayor productividad y los beneficios que les ha traído.

**Palabras clave-** E-commerce, productividad, micro y pequeña empresa

### Introducción

El e-commerce ha sido por mucho tiempo una herramienta para muchas grandes empresas, permitiéndoles tener un mayor alcance en su público a las que van dirigidas, con el tiempo y con una mayor utilización de las tecnologías muchos negocios sobre todo las micro y pequeñas empresas se han visto alcanzadas por esta nueva forma de comercio, y es que debido a la situación mundial que se vivió por la pandemia del 2020 el ámbito comercial se vio bastante afectada, y para no suspender labores tuvieron que trasladar sus negocios a lo digital, las estrictas medidas que se aplicaron por la contingencia obligaron a las empresas a adoptar el modelo de comercio digital lo que hizo que se presentara un repunte como no se había visto antes en el tema de las ventas en línea lo que provocó que el e-commerce llegue a su era de mayor esplendor, sobre todo en los países latinos que están rezagados en cuanto a comercio digital.

La pandemia no es un estado permanente y tras dos años de este evento mundial los negocios han cambiado, el comercio digital llegó para quedarse, ahora será más frecuente que las empresas se apoyen en el comercio electrónico para elevar sus ventas, tan solo en Latinoamérica, y de acuerdo a las proyecciones hechas por Statista (2021) se espera que para el 2025 se presente un aumento en las ventas estimadas en millones de dólares por medio del e-commerce en varios países latinos, por ejemplo, México se presenta para el 2025 un aumento del 11% de ventas con respecto al 2021, mientras que Brasil el aumento del 30%, Argentina el 59%, Colombia 26%. Al final Ningún país latino se está quedando atrás en cuanto a ventas en línea, en todos se espera un progreso para el 2025 (figura 1).

Con lo proyectado para años futuros, se cree que el e-commerce va a tener un peso importante en los modelos de negocios, después de todo, ya es parte de la vida de las empresas quieran o no, el comercio electrónico no hará nada más que evolucionar, no se detendrá por nada, por lo que hay que observar como el comercio digital funciona como factor de productividad en las empresas e identificar como este las beneficia, así se podrá explotar en su totalidad esta herramienta, entenderla y planificar mejor e implementar estrategias para mejorar su uso.

Este trabajo es de índole mixto combinando una metodología correlacional y descriptiva, donde el objeto de estudio es todas las MYPES de la ciudad de Chetumal específicamente las de giro comercial. El objetivo de este trabajo es proporcionar una idea más clara de cómo el e-commerce ha sido un factor de productividad para las micros y pequeñas empresas, que de acuerdo con Hernández-Laos, E. (2013) es entendida como “la asociación del producto obtenido con los medios o recursos utilizados para lograrlo” (p. 9).

<sup>1</sup>. José Manuel Meneses Domingo es Licenciado en Administración de Empresas, profesor en el Instituto Tecnológico de Chetumal en el Área de Económico-Administrativo. [jose.md@chetumal.tecnm.mx](mailto:jose.md@chetumal.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Sergio Asael Quintal Castillo es Bachiller, estudiante de la carrera Ingeniería en Gestión Empresarial en el Instituto Tecnológico de Chetumal. [L18390430@chetumal.tecnm.mx](mailto:L18390430@chetumal.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Abril Roxana Ramirez de Arellano Rodriguez es Técnica en Administración de Recursos Humanos, estudiante de la carrera Ingeniería en Gestión Empresarial en el Instituto Tecnológico de Chetumal. [L18390415@chetumal.tecnm.mx](mailto:L18390415@chetumal.tecnm.mx) (Autor corresponsal)

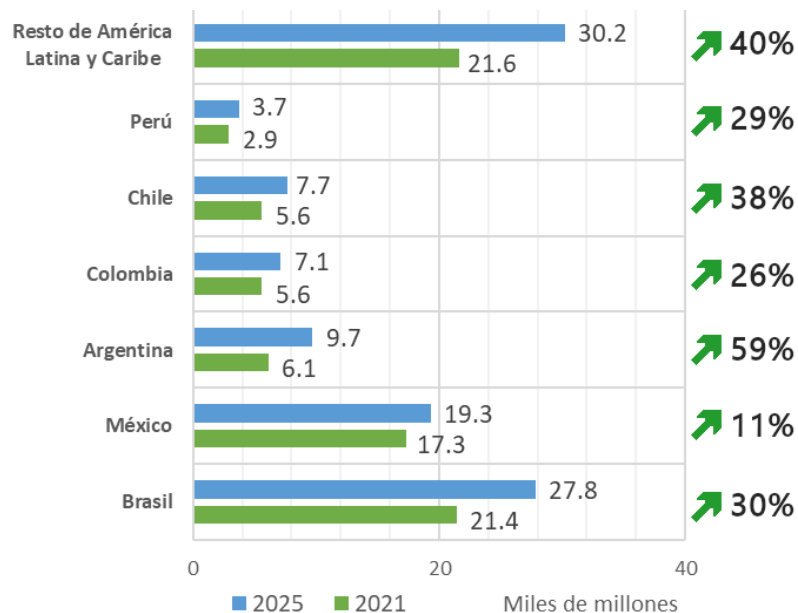


Figura 1. El boom del e-commerce latinoamericano, Statista (2021)

### Antecedentes

“El E-Commerce o comercio electrónico, es entendido como el uso de redes digitales de comunicación como la Internet, para la compra y venta de productos y servicios” Tavera & Londoño (2014) señalaron en su propia obra de 2012 la misma definición.

El comercio electrónico nació de las ventas por catálogo en las décadas de 1920 y 1930, y este tipo de negocio se basaba en que las personas podían pedir los productos que deseaban desde la comodidad de su hogar mediante la expansión del teléfono.

En 1970, surgieron las primeras relaciones comerciales basadas en computadora en beneficio de las empresas financieras que expandían la transferencia electrónica de fondos. Ya en la década de 1990, el comercio electrónico alcanzó su apogeo con plataformas como Mozilla, Amazon, eBay, gracias a un proyecto lanzado por Tim Berners y Robert Cailliau. Después de los 90’s, esta nueva forma de comercio fue ampliamente adoptada y solo hasta el año 2000 dio un giro inesperado, el comercio se detuvo, lo que parecía una idea innovadora para apoyar las ventas comerciales, algo se perdió, muchos tenían pocas esperanzas de éxito y solo tres años después, el comercio electrónico comenzó a dar señales de vida.

### Metodología

Cada vez más son las empresas que están adaptando sus negocios a lo digital, ya es más normal que empresas usen sitios webs y redes sociales en su día a día, debido a esto se decidió analizar como el comercio electrónico ha influido en el desempeño de las empresas para realizar sus procesos y así poder determinar si el e-commerce es un factor de productividad en el desarrollo de cada micro y pequeño negocio.

La investigación es un estudio correlacional debido a que buscamos percibir la relación que existe entre el e-commerce y la productividad, y al final descriptiva porque queremos describir la relación del papel del comercio electrónico como factor de productividad.

Para hacer el análisis se estudiaron los casos de 384 MYPES de la ciudad de Chetumal, este número fue calculado con la fórmula de muestreo aleatorio simple. Estos negocios han estado operando ya con el e-commerce implementado a su sistema permitiéndoles laborar en la actualidad.

Para la recolección de la información, se recurrió a encuestar a las 384 MYPES de nuestra muestra para conocer el papel que ha estado desempeñando el comercio electrónico como factor de productividad en las empresas seleccionadas de forma que permita entender mejor su papel. Por cuestión de espacio, se resumirá en el análisis de resultados el estudio de la información, centrándonos en los beneficios que han obtenido las empresas con el uso del comercio electrónico.

### Comentarios finales

#### Análisis y resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos, de las 384 empresas encuestadas con giros de actividad económica de comercio al por menor en la que destacan empresas de producción artesanal, venta de alimentos y bebidas, imprentas, diseño digital y accesorios; se obtuvo que estos negocios tuvieron una variación de empleados de 1 a 16, por negocio.

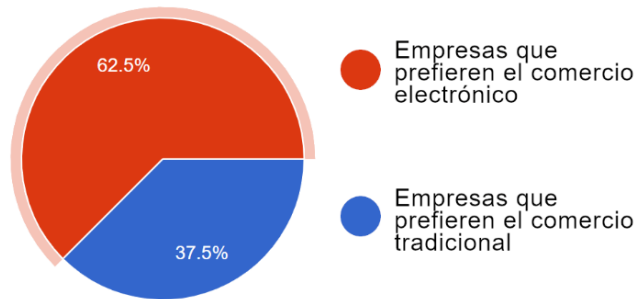


Figura 2. Preferencia por modalidad de comercio de las empresas, Elaboración propia.

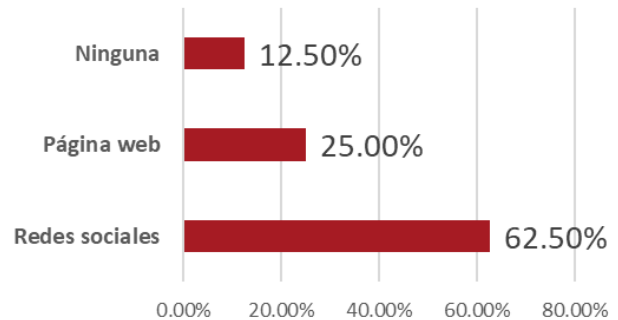


Figura 3. Cantidad de usuarios en cada tipo de e-commerce, Elaboración propia.

En la figura 2 se demuestra la preferencia que tienen las MYPES de la ciudad de Chetumal ante el comercio electrónico, aunque la mayoría lo prefiere con un 62.5% de aceptación, aún queda un considerable 37.5% de rechazo a este, considerando lo anterior, a pesar de que poco más de un tercio de la población prefiere el comercio en físico, tan solo el 12.5% no utiliza alguna de las herramientas digitales más comunes, véase la figura 3.

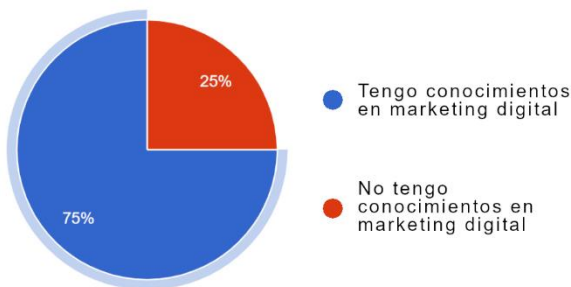


Figura 4. Conocimientos sobre el manejo del e-commerce, Elaboración propia.

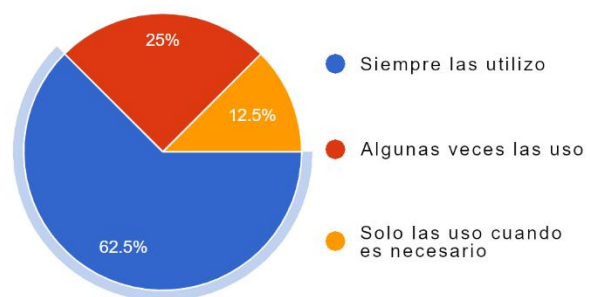


Figura 5. Frecuencia con la que utilizan herramientas del e-commerce, Elaboración propia.

En las figuras 2 y 3, se demuestra que aunque los empresarios de las MYPES preferirían mantenerse en comercio tradicional de contacto físico, aún así ya se encuentran preparados para utilizar dichas herramientas, como podemos ver en la figura 4, el 75% tiene conocimientos en el manejo, aplicación y control del comercio por medios digitales, y en la figura 5 de la frecuencia con la que se utilizan las herramientas de la figura 3, observamos que los que siempre las utilizan son los que prefieren estas herramientas, eso deja el 37.5% que no las prefiere (vea la figura 2) dividida en 2, con 25% que aunque no la prefiere, si la ha llegado a utilizar en más de una ocasión, y un 12.5% que al igual no la prefiere, la ha utilizado en situaciones según sus necesidades lo considerarán. En la figura 4 podemos observar que un 75% tiene los conocimientos necesarios para aplicar y administrar el comercio electrónico, dejando un 25% que no es capaz de aplicarlo por sí mismo, pero, ya sea en situaciones particulares o con baja frecuencia, contratan un servicio



que se encarga de aplicar y administrar en medida de lo posible el comercio electrónico con buenos resultados, esto se entiende que al haber una persona encargada exclusivamente al análisis y aprovechamiento del e-commerce, se obtiene un mayor alcance hacia los clientes, aunque en el proceso aumenten los costos, pero no considerablemente en especial al comparar con los resultados.

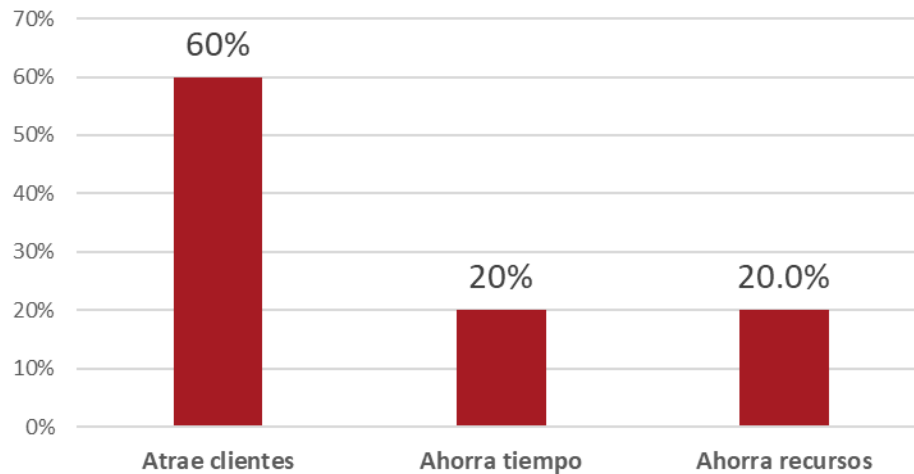


Figura 6. Beneficios obtenidos del e-commerce, Elaboración propia.

En la figura 6 se aprecian algunos de los beneficios que han obtenido las MYPES desde que implementaron algún tipo de e-commerce, el 60% consiguió aumentar sus clientes y por lo tanto sus ventas, es decir, aumento sus productos obtenidos, mientras que un 40% estuvo de acuerdo en que le hizo ahorrar reduciendo el desperdicio de tiempo y recursos, como por ejemplo, al entrevistar a los empresarios nos dijeron las formas en que lograron esto: aumento la velocidad en el proceso de ventas, aumentaron su alcance sin costos excesivamente altos, un establecimiento físico para las ventas no es indispensable, etc.

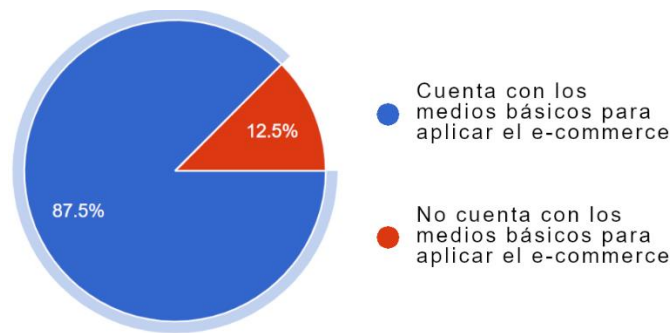


Figura 7. ¿Cuentan con los medios básicos para aplicar el e-commerce?, Elaboración propia.

En la figura 7 se ve que el 87.5% de las empresas que cuentan con los medios básicos (computadora e internet) para aplicar correctamente los elementos básicos del e-commerce, esto quiere decir, que la mayoría de los casos no es necesario invertir más de lo que ya se tiene para aplicarlo correctamente.

### Conclusiones

En este estudio se encontraron distintas características que describen el entorno actual en el que se encuentran las MYPES, así como la situación general a la que se enfrentan como empresario, en este último aspecto, hemos podido observar y que la principal razón para no utilizar el e-commerce actualmente en las empresas está más relacionada con el desconocimiento sobre cómo emplear estas herramientas de una forma efectiva y que los mismos empresarios aún no aceptan totalmente esta oportunidad, más que con limitaciones físicas propias o de su entorno, pues al fin y al cabo la mayoría de los empresarios está de acuerdo que al implementarlo han tenido un rotundo éxito en el área de la atracción de clientes potenciales, esto quiere decir, que en la ciudad de Chetumal los ciudadanos están más

predispuestos a la aceptación e integración del comercio electrónico como un modelo estándar para las ventas modernas, y a su vez las MYPES cuentan con los recursos indispensables necesarios y para posicionar el comercio digital como una herramienta capaz de aumentar su productividad, pues aunque no reduce los costos en el proceso productivo, aumenta la demanda efectiva de sus productos, por lo tanto aumenta su producción, y en el proceso de venta se reducen costos de operaciones considerablemente, como ya hemos mencionado algunos de estos beneficios se ven reflejados a causa de no requerir un establecimiento físico, se invierte menos en material publicitario (como carteles, afiches, tarjetas, etcétera) con los mismos o mejores resultados, siempre y cuando se sepa orientar dichos resultados hacia el análisis y control.

Es importante enfatizar que, aunque encontramos que la productividad no está en el proceso de producción si no en el proceso de venta, no se debe depender únicamente del comercio electrónico como una forma independiente de aumentar la productividad, pues según Rosales, F., Aguirre, M., Pimentel, O. y Ortiz, D.:

Existen una serie de causas por las cuales disminuye la productividad, pero en la mayoría de ellas tiene que ver con el estado de ánimo del ser humano y no hay que olvidar que los empleados y trabajadores son seres humanos a quienes hay que proporcionar prestaciones que tienen que ver con seguridad en el trabajo, salud laboral, motivarlos y sobre todo enseñar como hacer las actividades de la mejor manera. (2014, p. 88)

### Referencias

Hernández-Laos, E. (2013). "La productividad en México. Origen y distribución, 1960-2002", *Economía UNAM*, 2(5), p.p. 7-22. ISSN: 1665-952x. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/ecu/article/view/2840/2400>

Rosales, F., Aguirre, M., Pimentel, O. y Ortiz, D. (2014). "El E-Commerce como un medio para aumentar la productividad en las microempresas". *Revista Inquietud Empresarial*. 14(1), p.p. 85-98. ISSN: 0121-1048. Recuperado de [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/inquietud\\_empresarial/article/view/2857/2617](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/inquietud_empresarial/article/view/2857/2617)

Statista (2021). "El boom del e-commerce latinoamericano" [Infografía]. *Statista Digital Market Outlook*. Recuperado de <https://cdn.statcdn.com/Infographic/images/normal/22835.jpeg>

Tavera, Juan F. y Londoño, Beatriz E. (2014). "Factores determinantes de la aceptación tecnológica del e-commerce en países emergentes". *Revista Ciencias Estratégicas*, 22(31), p.p. 101-119. ISSN: 1794-8347. Recuperado de: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/7843/Art%3%adculo%206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## Caracterización de los Conjuntos Urbanos Habitacionales: El Caso del Fraccionamiento Flamingos, Chetumal, Quintana Roo

M. en P. Rocío del Carmen Mex Castillo<sup>1</sup>, Dra. María Angélica González Vera<sup>2</sup>, Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez<sup>3</sup>, Dr. Miguel Ángel Barrera Rojas<sup>4</sup>.

**Resumen**— En este artículo se presentan resultados preliminares de una investigación llevada a cabo en la Ciudad de Chetumal Quintana Roo, se centra en analizar las tendencias de crecimiento demográfico y con ello la caracterización de los conjuntos urbanos habitacionales de la zona norponiente de la Ciudad de Chetumal. En este contexto, el objetivo es conocer el impacto de los asentamientos humanos y sus relaciones de los conjuntos urbanos habitacionales, dentro de un proceso de transformación y evolución socio espacial y a su vez el impacto socioeconómico ligado a la calidad de vida de los ciudadanos. Para ello, se aborda desde la trayectoria de las políticas públicas de acuerdo con lo establecido para la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo, mediante el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas.

**Palabras clave**— Conjuntos urbanos habitacionales, calidad de vida, bienestar, crecimiento demográfico.

### Introducción

Los conjuntos urbanos habitacionales están relacionados a las constancias de uso de suelo, la dotación de equipamiento y a la imagen urbana, en la Ley de Acciones Urbanísticas del estado de Quintana Roo, los determinan en el apartado del Capítulo II “Acciones Urbanísticas de Nuevos Desarrollos” y en el Art. 15, a los fraccionamientos y conjuntos urbanos los clasifican en: **habitacionales**, comerciales, Industriales, turísticos, ecoturísticos, mixtos y funerarios.

También los conjuntos urbanos habitacionales se clasifican en baja, media y alta, correspondiendo respectivamente como se señala en la tabla. 1. Clasificación de los fraccionamientos y conjuntos urbanos; conforme a las normas federales aplicables, por lo que en ningún caso podrán autorizarse conjuntos urbanos habitacionales para viviendas sociales mayores de noventa unidades individuales o de aprovechamiento exclusivo, es importante mencionar que se sujetan a los Programas municipales de orden territorial, ecológico y desarrollo urbano, privilegiando el bien común y la dignidad de ser humano y su entorno.

**Tabla.1**

Clasificación de los Fraccionamientos y conjuntos urbanos

Nº	Nivel	Valor de lotes o viviendas
1.	Baja	Menos de 24 viviendas por ha
2.	Media	24-70 viviendas por ha
3.	Alta	70 a más viviendas por ha

**Fuente:** Elaboración propia, en base a (Leyes Estatales, 2021).

Respecto a las características que definen un conjunto urbano habitacional, existen varios autores e instituciones que las definen, por ejemplo, pueden definirse con las siguientes características: área del terreno, número de viviendas, tipología del edificio y capacidad (Polanco, 1991).

<sup>1</sup> Mtra. Rocío del Carmen Mex Castillo es Estudiante del Doctorado en Geografía de la Universidad de Quintana Roo. Domicilio Institucional: Universidad de Quintana Roo. Blvd. Bahía s/n, Col Del Bosque, Chetumal Quintana Roo, C.P 77019 teléfono (983) 10 1 56 41 [rociomex16@gmail.com](mailto:rociomex16@gmail.com) (autor correspondal)

<sup>2</sup> Dra. Dra. María Angélica González Vera es Profesora Investigadora de la División de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Quintana Roo, Domicilio Institucional: Universidad de Quintana Roo. Blvd. Bahía s/n, Col Del Bosque, Chetumal Quintana Roo, C.P 77019 teléfono (983) 83 50 300, Ext 298 [magv@uqroo.edu.mx](mailto:magv@uqroo.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez es Profesor Investigador de tiempo completo adscrito a la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. [pljimenezs@uaemex.mx](mailto:pljimenezs@uaemex.mx)

<sup>4</sup> Dr. Miguel Ángel Barrera Rojas<sup>4</sup>, es Profesor Investigador de la División de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Quintana Roo, Domicilio Institucional: Universidad de Quintana Roo. Blvd. Bahía s/n, Col Del Bosque, Chetumal Quintana Roo, C.P 77019 teléfono (983) 83 50 300, Ext 298 [miguel.barrera@uqroo.edu.mx](mailto:miguel.barrera@uqroo.edu.mx)

De acuerdo a su definición se dice que son un conjunto de viviendas concebidas dentro de un territorio establecido, donde uno de los objetivos principales es poder abarcar la mayor densidad posible en un determinado espacio; tomando como referencia el confort y calidad de vida que se tiene en viviendas unifamiliares, es decir, nos referimos a la agrupación y conexión de varias viviendas pero formadas en altura, que albergan a familias de una misma realidad social y económica, por lo que deben de contar con servicios básicos, acceso vehiculares, áreas exteriores con distintas actividades, seguridad y otros (Facultad de arquitectura y ciencia del hábitat, 2015).

Actualmente en México, se construyen conjuntos con características dimensionales, de localización, tipología, ubicación geográfica, uso del suelo y grado de desarrollo urbano de la ciudad, como resultado de una política para fomentar la producción de vivienda por todos los medios posibles. Donde lo importante es establecer una relación que supone una integración, crecimiento urbano y que trasfiere a los gestores inmobiliarios y a los mercados de vivienda las decisiones sobre las actividades a realizar, así como los tipos de especulación que van a darse, donde es importante la participación, aplicación y seguimiento de los instrumentos de planificación.

Las tendencias del crecimiento demográfico y de urbanización implica la concentración de nuevos habitantes y por lo tanto nuevos asentamientos humanos habitacionales.

Las tendencias del crecimiento demográfico y de urbanización implica la concentración de nuevos habitantes y por lo tanto nuevos asentamientos humanos habitacionales.

Sin embargo, el Estado fundamenta sus acciones para ordenar, regular y controlar el crecimiento de los asentamientos humanos en instrumentos jurídicos y administrativos que establecen obligaciones y acciones para la satisfacción de las necesidades de la población (Jiménez, al etc, 2019).

El área de estudio está compuesta por la Ciudad de Chetumal, cabecera del municipio de Othón P. Blanco y capital del estado de Quintana Roo, en la escala local, se toma como base el Programa de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Chetumal, Calderitas, Xul-Ha (AMCH) vigente. (Atlas de Riesgos de la ciudad de Chetumal, 2011).

Si bien al inicio del proceso de urbanización masiva encontramos la urgencia de las autoridades para resolver el problema de la vivienda, hoy se han incorporado nuevos elementos para entender el fenómeno, se agregan hechos como la casi endémica crisis económica, un significativo crecimiento sobre la geografía, altos niveles de contaminación ambiental y la poca eficiencia administrativa para resolver los problemas urbanos de forma conjunta.

En este contexto, el objetivo de este estudio es la caracterización de los conjuntos urbanos habitacionales considerando el impacto de los asentamientos humanos y sus relaciones, dentro de un proceso de transformación y evolución socio espacial y a su vez el impacto socioeconómico ligado a la calidad de vida de los ciudadanos.

## Descripción del Método

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es caracterizar los conjuntos urbanos habitacionales ubicados en el fraccionamiento Flamingos; las metodologías y técnicas para caracterizar el espacio urbano de los fraccionamientos Flamingos de la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo, fue por medio de técnicas de recolección de datos; observación directa (no participante), interpretación visual; esto fue posible por medio de trabajo de campo utilizando técnicas de herramientas geoespaciales, inventario o base de datos y cartografía temática, con base a levantamiento de puntos (coordenadas geográficas) apoyándonos con imágenes satelitales, para identificar el número de los conjuntos urbanos habitacionales ubicadas en el fraccionamiento Flamingos, que se encuentren dentro del área de estudio.

Se realiza la caracterización de la ubicación de los fraccionamientos y conjuntos urbanos habitacionales, analizando su relación y manifestación reflejada en un espacio geográfico enmarcado en la dinámica urbana, con técnicas cuantitativas y cualitativas. Método de sobreposición de mapas, útil para evaluar los impactos ligados a la planificación y ordenación del territorio o para proteger los lineales, se puede utilizar técnicas de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Se consideraron las categorías de selección aplicando la escala de Likert, para categorizar las viviendas, se consideró (vivienda sin modificación=0, vivienda modificada con barda rustica= 1, vivienda modificada con barda de concreto= 2, vivienda modificada con barda y portón= 3, vivienda modificada con anexo= 4 y finalmente vivienda modificada de un segundo piso= 5) además como variables independientes tenemos por mencionar algunas, los centros comerciales, tiendas de autoservicios, gasolineras, comercios, oficinas de gobierno, establecimientos comerciales, vías de comunicación y recursos naturales (pérdida de vegetación) alumbrado público y escuelas, en el que se ha generado cierto impacto socioespacial en el área geográfica producto de los conjuntos urbanos habitacionales.

La metodología utilizada en el estudio será un referente para que los investigadores en la materia, las autoridades y la sociedad puedan conocer, identificar y comprender el fenómeno y las causas que provocan de acuerdo con las condiciones administrativas para entender las necesidades colectivas.

Además, se ha considerado la implementación para continuar con la investigación el apoyo de una de las metodologías donde finalmente se enfocará en los momentos/fases del proceso de ordenamiento territorial, 3 fases; 1.

*Técnico-Científico: Análisis Territorial, 2. Técnico-Político: Planificación Territorial y 3. Técnico-Administrativo: Gestión Territorial, donde se considera la implementación de estrategias, bajo un modelo sustentable e integrador.*

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

El área de estudio está compuesta por la Ciudad de Chetumal, cabecera del municipio de Othón P. Blanco y capital del estado de Quintana Roo como se señala en la figura 1, a escala local, se toma como base el Programa de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Chetumal, Calderitas, Xul-Ha (AMCH) vigente. (Atlas de Riesgos de la ciudad de Chetumal, 2011).

Está situada en el extremo sur del estado de Quintana Roo colinda al este con el mar caribe mexicano, en el punto donde el río hondo desemboca en la bahía de Chetumal, en ella los conjuntos urbanos habitacionales de los fraccionamientos Flamingos I y IV etapa.

Sus coordenadas geográficas son 18°30'13"n 88°18'19"o en grados minutos y segundos y se encuentra a una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar.

Nombre: Ciudad de Chetumal.

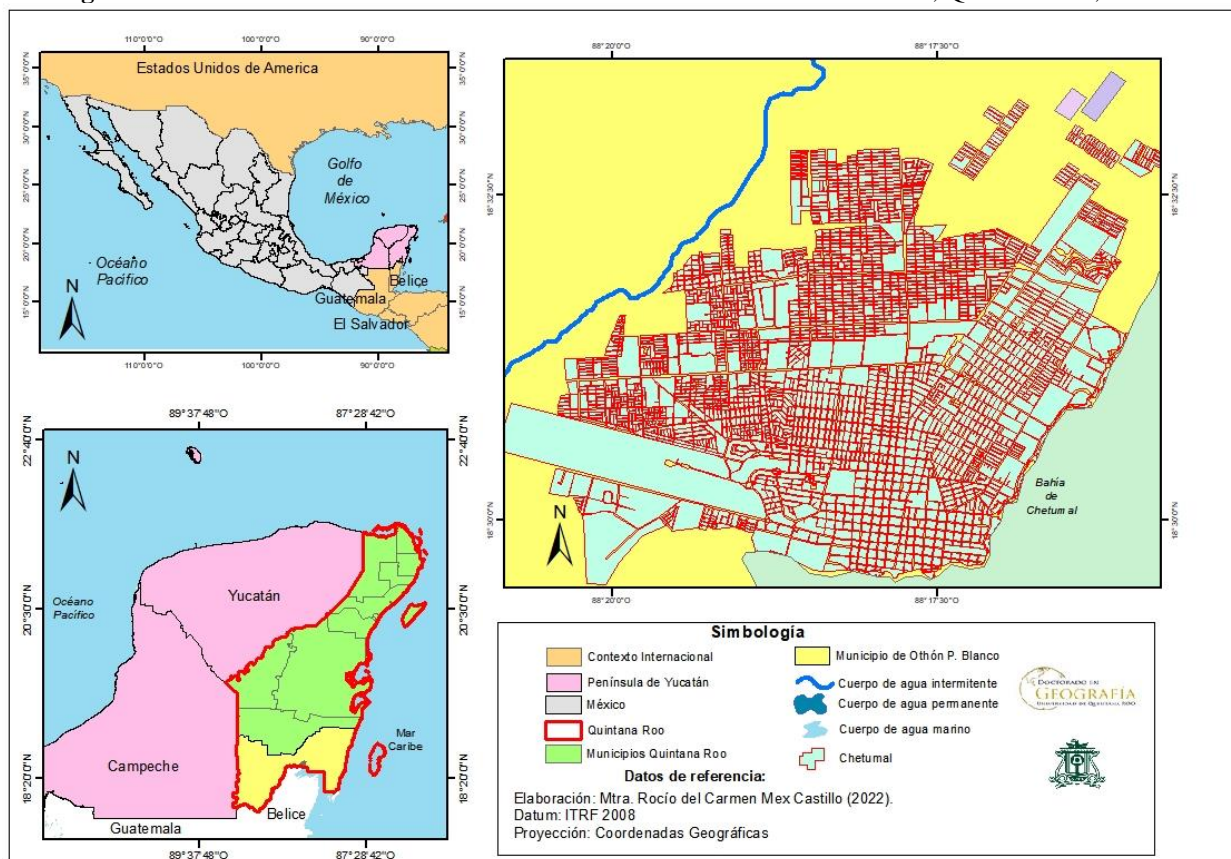
País: México.

Región: Quintana Roo.

#### Área de estudio

#### Marco contextual del Área de estudio

**Figura 1.** Caracterización territorial del área de estudio de la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo, México.



Fuente: Elaboración Propia, (2022).



*Caracterización de los conjuntos urbanos habitacionales de los fraccionamientos Flamingos I y IV etapa.*

De acuerdo con los propósitos de este artículo, destacan como resultados preliminares de esta investigación “La caracterización de los conjuntos urbanos habitacionales de los fraccionamientos I y IV etapa de la Ciudad de Chetumal”; indica que se ubican 1,305 viviendas, 497 conjuntos urbanos habitacionales corresponden al fraccionamiento I etapa y 808 conjuntos urbanos habitacionales en el fraccionamiento IV etapa respectivamente, como se señala en la tabla 2.

**Tabla 2.**

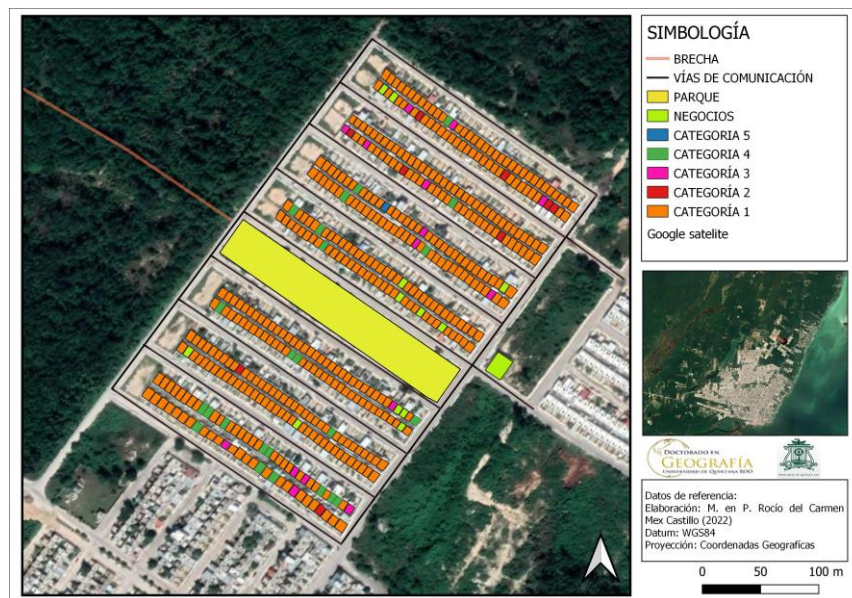
Número total de los conjuntos urbanos habitacionales en el fraccionamiento Flamingos I y IV etapa.

Fraccionamiento Flamingos		
Manzana	I etapa	IV etapa
	conjuntos urbanos habitacionales	
1	65	70
2	72	70
3	72	70
4	72	70
5	72	70
6	72	59
7	72	49
8	No aplica	70
9	No aplica	70
10	No aplica	70
11	No aplica	70
12	No aplica	70
<b>Total</b>	<b>497</b>	<b>808</b>
		<b>1,305</b>

Fuente: Elaboración propia, (2022).

De acuerdo con las categorías aplicadas se logró obtener como resultados preliminares que en el fraccionamiento I, destaca la categoría 1, seguido de la categoría 4, posteriormente la categoría 3, 2 y finalmente la categoría 5; en referencia nos da un estimado que las modificaciones van de acuerdo a las condiciones económicas de los habitantes; Para el caso del fraccionamiento IV, destaca la categoría 0, de la categoría 1, posteriormente la categoría 2, 3, 4, finalmente tenemos la categoría 5 con menor frecuencia; dicha caracterización se podrá visualizar en las siguientes figuras.

**Figura 2.** Localización de los conjuntos urbanos habitacionales del Fraccionamiento Flamingos de la etapa I, de la Ciudad de Chetumal

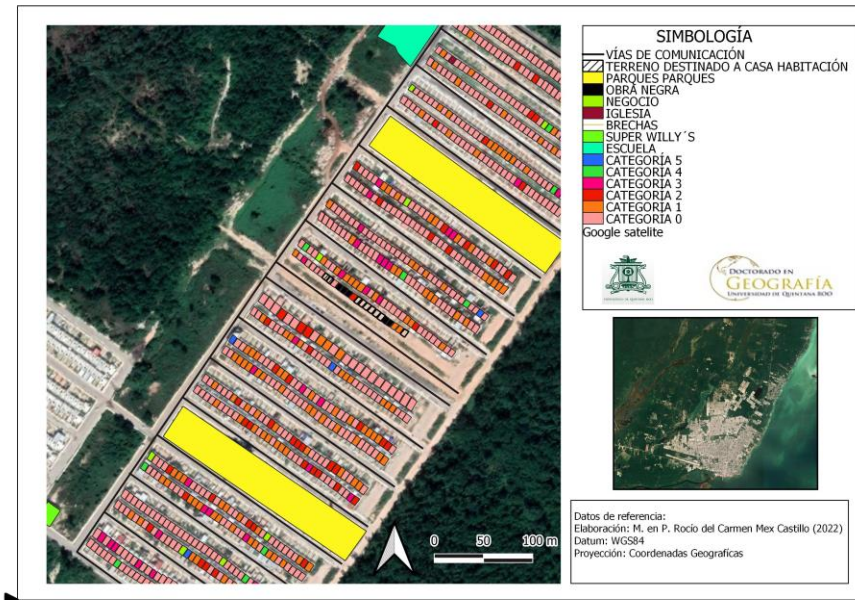


Fuente: Elaboración propia, (2022).



Chetumal Quintana, Roo; Identifica 497 conjuntos urbanos habitacionales como se señala en la figura 2. En el fraccionamiento I etapa; información obtenida en trabajo de campo, se ha georreferenciado cada uno de los conjuntos urbanos habitacionales; en él se puede visualizar como la categoría 1 (vivienda modificada con barda rustica) destaca dentro de las demás categorías, enseguida se encuentra la categoría 4 (vivienda modificada con anexo) lo cual quiere decir que los conjuntos urbanos habitacionales están siendo modificados, sin embargo también se puede apreciar que existen viviendas que han generado su transformación a un giro de negocio, siendo indicadores que se pretende evaluar para la fase 2 de esta investigación, “Diferenciar los procesos de transformación espacial derivado de los fraccionamientos y conjuntos urbanos habitacionales “Flamingos I y IV etapa)”.

**Figura 3.** Localización de los conjuntos urbanos habitacionales del Fraccionamiento Flamingos de la IV etapa, de la Ciudad de Chetumal



**Fuente:** Elaboración propia, (2022).

En el fraccionamiento IV etapa; se identifica 808 conjuntos urbanos habitacionales como se señala en la figura 3. información obtenida en trabajo de campo, se ha georreferenciado cada uno de los conjuntos urbanos habitacionales; en él se puede visualizar como destaca la categoría 0 (vivienda sin modificación), enseguida se encuentra la categoría 1 (vivienda modificada con barda rustica); se puede apreciar que los conjuntos urbanos habitacionales están empezando a tener una modificación, lo cual varea mucho, sin embargo es importante recalcar que dicho fraccionamiento IV etapa, inicio en el año 2020, para ese entonces se realizó la entrega de las viviendas; sin embargo se ha detectado que aún se encuentran terrenos destinados a casa habitación hay terrenos en obra negra, entre las características encontradas podemos visualizar espacios de negocios, falta de transporte público y vías de comunicación que conectan a ambos fraccionamientos.

### Conclusiones

En conclusión el análisis realizado en este estudio, da a conocer el estado actual, interpretando las condiciones de vivienda precaria, debido a esta situación habrá un seguimiento para el análisis de la fase II de esta investigación, se realizará la aplicación de los instrumentos (entrevistas y encuestas) mismos que nos ayudarán a medir por medio de indicadores (sociales, económicos y ambientales) para conocer la calidad de vida de los ciudadanos, evaluando el bienestar material que incluye aspectos desde ingresos, escolaridad, pertenencias, vivienda, seguridad social, transporte etc.

En la caracterización realizada se cartografiaron tiendas de servicio, estéticas y escuela, iglesia, acceso a medios de transporte y vías de comunicación (formales e informales) en ella se puede observar que aún se encuentra en proceso algunos caminos que conectan a las colonias vecinas, los cuales se encuentran en estado de terracería, esta caracterización ha sido plasmada por medio de mapas temáticos donde se pueden apreciar los conjuntos urbanos habitacionales y el uso de suelo que actualmente se está dando.

La caracterización realizada en el presente artículo da a conocer el estado actual de los fraccionamientos Flamingos I y IV etapa, se puede ver una diferencia entre ambos ya que en una se ve más la demanda de modificación de los

conjuntos urbanos habitacionales, se nota un crecimiento urbano y a su vez es necesario que dicha población mantenga un auténtico bienestar material, este se refiere al conjunto de cosas necesarias para vivir bien, sin embargo en esta investigación se enfoca en el bienestar material, refiriéndose a las necesidades que debemos de cubrir para vivir adecuadamente, como son la alimentación, vivienda, servicios (electricidad, gas, agua, etc.) transporte etc., finalmente, para asegurar un futuro con seguridad y sustentabilidad urbana.

Los resultados demuestran la necesidad de continuar con la investigación, por lo tanto, es indispensable analizar los instrumentos normativos de la aplicación y uso de suelo urbano, se puede valorar que, siendo fraccionamientos formales, carecen aún de ciertos servicios (programas habitacionales), que coadyuvarían a la obtención de mayor calidad de vida.

### *Recomendaciones*

Derivado de los resultados que arroja el estudio, se observa la caracterización de los grupos para categorizar las viviendas, se consideró (vivienda sin modificación=0, vivienda modificada con barda rustica= 1, vivienda modificada con barda de concreto= 2, vivienda modificada con barda y portón= 3, vivienda modificada con anexo= 4 y finalmente vivienda modificada de un segundo piso= 5).

Si bien los resultados preliminares que se presentan en el presente artículo obedecen a un proceso de modificación de los conjuntos urbanos habitacionales, podemos señalar que los resultados permitirán una diversidad de temas pendientes que pueden ser retomados por otras disciplinas y otros grupos de investigadores.

De esta manera, los resultados resultan ser un tema nuevo y vigente, ya que no se encuentran áreas geoestadísticas actualizados, de dichos fraccionamientos, dentro de la nueva configuración formal de urbanización de la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

Finalmente, queda claro que si bien el Estado juega un papel importante en la toma de decisiones de uso de suelo, por otra parte debe ser intermediario para generar alternativas de apoyo, ya que debido a la falta de apoyo y seguimiento se generan problemas a largo plazo después de establecer asentamientos formales de uso de suelo de vivienda, por eso es importante este tipo de investigaciones ya que obligan a pensar en alternativas de desarrollo e impulsar políticas o acciones como mejoramiento del entorno de los conjuntos urbanos, para satisfacer las necesidades habitacionales de esta población.

### *Referencias bibliográficas*

- Atlas de Riesgos de la ciudad de Chetumal, Municipio de Othón. Blanco, (2011). Determinación de la zona de estudio. México; Centro de Información Geográfica División de Ciencias e Ingeniería Universidad de Quintana Roo.
- Polanco, (1991). Los conjuntos habitacionales en estado de desarrollo, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México. Facultad de arquitectura y ciencia del hábitat, (2015). Conjuntos Habitacionales características generales, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Capital de Bolivia.
- Jiménez, Campos y Calderón, (2019). Mecanismos municipales de control de la ocupación del espacio en la periferia de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, Estado de México, 1983-2010

### **Notas Biográficas**

La **Mtra. Rocio del Carmen Mex Castillo**, es Maestra en Planeación (línea de investigación Administración y Gestión Ambiental) por la Universidad del Estado de Quintana Roo; es Doctorante en el programa Doctorado en Geografía, en la Universidad del Estado de Quintana Roo, ha sido profesora impartido cursos a nivel medio superior en el periodo 2016 y ha colaborado en programas sociales.

La **Dra. María Angélica González Vera**, es Doctora en Turismo y Ocio por la Universidad de la Rovira i Virgili en Vilaseca, Tarragona, España; es Profesor Investigador Asociado C en la Universidad del Estado de Quintana Roo; es miembro del Cuerpo Académico Consolidado de Geografía y Geomática; ha sido Coordinadora Del Comité Académico Del Posgrado en Planeación de la Universidad de Quintana Roo, y; ha impartido cursos en nivel licenciatura desde 1993 a la fecha, así como nivel maestría en el Posgrado en Planeación y en el Doctorado en Geografía.

El **Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez**, es Doctor en Ciencias Sociales, Profesor Investigador de tiempo completo adscrito a la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México; docente de nivel licenciatura, maestría y doctorad; ha sido responsable y corresponsable de proyectos de investigación; es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y cuenta con el reconocimiento Perfil Deseable PRODEP; es Líder

del Cuerpo Académico Planeación, Urbanismo y Medio Ambiente y tiene una trayectoria como ponente y conferencista en diversos eventos académico y científicos de nivel nacional e internacional, así como autor de publicaciones en libros y revistas nacionales e internacionales

El **Dr. Miguel Ángel Barrera Rojas**, es Doctor en Geografía. Profesor Investigador de Carrera en la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores- Conacyt nivel 1. Líder del Cuerpo Académico 059 Organizaciones, Instituciones y Políticas Pública.

# La Práctica Docente en la Enseñanza de Español como Segunda Lengua, desde la Perspectiva de los Profesores que Inician la Vida Profesional

Mtra. Alma Laura Montes Hernández<sup>1</sup>, María Guadalupe Barrientos León<sup>2</sup>,  
Tania Alejandra Camacho Lara<sup>3</sup>, Alberto Martín Gallegos Arredondo<sup>4</sup>, Mitzi Gómez Jiménez<sup>5</sup> y Vania Hazel  
González Ramírez<sup>6</sup>

**Resumen**—La presente investigación muestra las perspectivas de los profesores noveles ante la vida profesional, encarando tanto su preparación teórica y práctica de la profesión, así como los aspectos que no pueden enseñarse en el programa de formación, tales como la responsabilidad de la primera clase como profesores titulares, alumnos especialistas en un tema y cómo abordarlos, motivación y disposición de los aprendientes, el cansancio de las clases, centro de trabajo contra trabajo independiente, etc.

**Palabras clave**—profesores noveles, práctica docente, rol del profesor, formación en la práctica, formación continua, reflexión sobre la práctica

## Introducción

Las cifras aportadas por el Instituto Cervantes revelan un crecimiento de la enseñanza del español como lengua extranjera, puesto que las personas que lo estudian han aumentado en un 60%, superando los 22 millones de aprendientes de español como lengua extranjera (ELE) en todo el mundo (Instituto Cervantes, 2020). Además, en la misma publicación se menciona un crecimiento de la población hispanohablante de un 30% en los últimos 10 años. Por otra parte, el español es la lengua oficial en 20 países, lo que contribuye a aumentar las perspectivas profesionales y personales de los aprendientes de ELE.

El aumento de la demanda de español como lengua extranjera conlleva también un crecimiento de la oferta formativa (programas de maestría, licenciatura, cursos de especialización, etc.) y de la preocupación por la formación docente, que se manifiesta, por ejemplo, en la proliferación de asociaciones europeas de profesores de ELE (Bélgica: SBPE; Francia: AFPE; Noruega: ANPE; países Bajos: VDSN; Alemania: DSV; Reino Unido: ELE-UK, etc.), no europeas (Quebec: APEQ; Estados Unidos: AATSP; México: AMELE, etc.), e internacionales (ASELE; FIAPE, etc.). Además, ha proliferado también el número de programas de máster para la formación de profesores de ELE; por ejemplo, solo en España, se ofrecen unos 30. En América ofrecen diplomados como formación continua y programas de licenciatura en la enseñanza de español, así como estudios de maestría para la especialización.

Esta oferta educativa acompaña a los profesores en un proceso formativo, dotando de conocimientos teóricos y prácticos, preparando a quien lo cursa a la vida profesional, tanto como investigadores o profesores de ELE. Para este último rol, los profesores egresados de cualquier programa se enfrentan a la vida laboral, espacio donde desarrollarán la profesión como entes independientes del programa académico, poniendo en práctica lo aprendido, pero también enfrentándose a situaciones que deben resolver en el día a día en el ejercicio de la profesión. Es claro que la formación otorgada atiende cuestiones en función de la enseñanza y aprendizaje de lenguas, aunque los profesores noveles tienen que lidiar con cuestiones que solo se pueden observar cuando eres un profesor titular de un curso. Es por eso que esta investigación explora las experiencias de los profesores noveles en sus primeros acercamientos a la vida profesional como profesores de ELE.

<sup>1</sup> Mtra. Alma Laura Montes Hernández es profesora tiempo completo e investigadora de la Universidad de Guanajuato, [montesa@ugto.mx](mailto:montesa@ugto.mx)

<sup>2</sup> María Guadalupe Barrientos León es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza de Español, perteneciente a la Universidad de Guanajuato. [mg.barrientosleon@ugto.mx](mailto:mg.barrientosleon@ugto.mx)

<sup>3</sup> Tania Alejandra Camacho Lara es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza de Español, perteneciente a la Universidad de Guanajuato. [ta.camacholara@ugto.mx](mailto:ta.camacholara@ugto.mx)

<sup>4</sup> Alberto Martín Gallegos Arredondo es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza de Español, perteneciente a la Universidad de Guanajuato. [am.gallegosarredondo@ugto.mx](mailto:am.gallegosarredondo@ugto.mx)

<sup>5</sup> Mitzi Gómez Jiménez es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza de Español, perteneciente a la Universidad de Guanajuato. [m.gomezjimenez@ugto.mx](mailto:m.gomezjimenez@ugto.mx)

<sup>6</sup> Vania Hazel González Ramírez es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza de Español, perteneciente a la Universidad de Guanajuato. [vh.gonzalezramirez@ugto.mx](mailto:vh.gonzalezramirez@ugto.mx)

### Descripción del Método

La metodología usada para esta investigación corresponde a la metodología etnográfica, los datos recolectados se dan a partir de agentes implicados (profesores noveles), dando espacio para la interpretación de tipo cualitativa descriptiva.

#### Descripción de los participantes

Los participantes son cinco profesores en formación, quien se encuentran en la última etapa de la Licenciatura en la Enseñanza de Español como Segunda Lengua, impartida en la Universidad de Guanajuato, momento en el cual tiene su contacto con la vida laboral como profesores de español como segunda lengua. Los participantes colaboraron en 10 diarios de reflexión sobre su práctica, de manera colaborativa. Para el análisis de los datos se ha establecido una nomenclatura para la protección de la identidad, siendo ésta PF que se refiere a profesor en formación, añadiendo las cinco primeras letras del abecedario, quedando los cinco participantes de la siguiente manera PFA, PFB, PFC, PFD y PFE.

#### Instrumentos de recolección

Para la recolección de información se acudió a diarios de reflexión sobre práctica docente, realizados por cinco profesores noveles que se encuentran en práctica profesional de manera individual. Los diarios analizados son contruidos de manera conjunta por los participantes, cuyo tema de cada diario parte de la experiencia a la que se enfrenta en la vida laboral. Una vez establecido el tema y consensuado, se desarrolla con las situaciones afrontadas. Para la investigación que nos ocupa, se analizaron diez diarios, comprendidos del 4 de febrero al 29 de abril de 2022

#### Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos de los diarios de reflexión sobre la práctica, se partió primeramente en analizar los temas propuestos, los cuales fueron:

#Diario	Tema
1	Saturación de información para el estudiante
2	Primera clase
3	Alumnos especialistas en un tema y cómo abordarlos en clase
4	Desviación de temas de clase
5	Los roles del profesor
6	Motivación y disposición de los aprendientes
7	Centro de trabajo vs. Freelance. PROS vs. CONTRA
8	El cansancio de las clases.
9	La observación de la clase: reacción y aprendizaje
10	Las malditas preguntas de vocabulario

Cuadro 1. Temas de diarios de reflexión compartidos

Una vez recolectados los temas, se establecen categorías para proceder al análisis, en dicha labor se consideraron tres categorías: la práctica docente, formación y ámbito de trabajo del profesor.

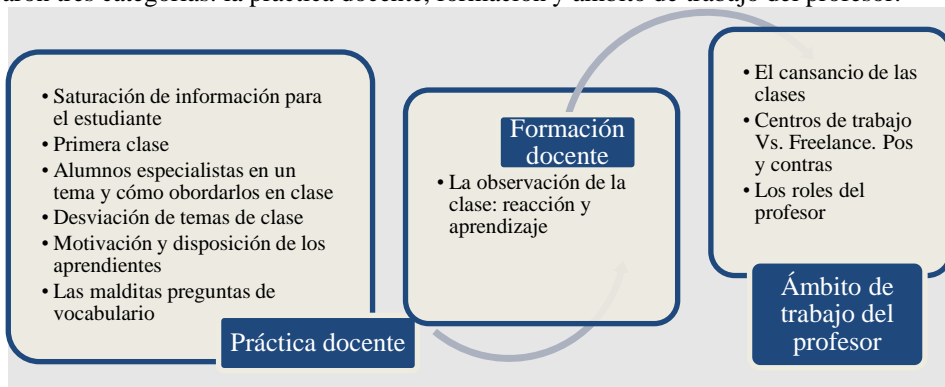


Figura 1. Categorías de análisis de los temas de diarios de reflexión compartidos.

#### La práctica docente

En los diferentes procesos formativos mencionados en la introducción de esta investigación, cuenta con la oportunidad de observación de clase y realización de práctica con una supervisión de un profesor con experiencia, tiempo en el cual el profesor en formación recibe la retroalimentación y el acompañamiento para mejorar su



práctica, una vez que el profesor está listo para enfrentarse a la vida profesional, tiene en su haber las herramientas que haya obtenido para solventar todo lo que ocurre en el aula y fuera de ella. En los datos analizados, se puede apreciar que seis de los diarios compartidos se centran en esta categoría (diario 1, 2, 3, 4, 6 y 10). Se describirá lo abordado en cada diario a continuación.

El primer diario tuvo como tema “Saturación de información para el estudiante”, lo mencionado por los profesores en formación se centra en que “Clases largas  $\neq$  mayor conocimiento  $\neq$  mayor productividad (PFA)”, esto lo explica de mejor manera PFC: “Como profesores debemos asimilar la carga de información que nuestros estudiantes van a recibir a lo largo de la clase, pues no es posible ni beneficioso saturarlos de información con un tema en el cual se requieren días para su adquisición, es por ello que como profesores debemos a aprender a **poner límites** a nuestros estudiantes y saber que es mejor para su aprendizaje, pues muchas veces ellos no son conscientes de la carga temática que piden aprender”.

El segundo diario da cuenta del tema “El primer día de clase”, recordemos que en esta ocasión no tienen el acompañamiento de un profesor titular que le informe de donde partir o los conocimientos previos del estudiante, lo que puede complicar el establecer una planeación. Los participantes tienen claro que esta primera clase da oportunidad de “conocer a nuestro estudiante, no solo como persona si no también como alumno, si tiene algún dominio previo de la lengua, un interés en especial, necesidades, gustos e incluso objetivos personales” (PFE), así como “saber hacia dónde se encaminará el curso y qué ajustes podríamos hacer según las características más visibles de nuestros alumnos” (PFD). No dejemos de lado lo que implica esta primera clase para el profesor, PFB nos recalca “son difíciles y es lo que más me tenía nerviosa”.

El tercer diario nos informa del tema “Alumnos especialista en un tema y cómo abordarlos en clase”, entre los comentarios vertidos PFA comenta al respecto “A veces por más preparados que estemos, no vamos a saberlo todo y más si nosotros NO somos los especialistas. Lo que podemos hacer fuera de las actividades es simplemente prepararnos lo mejor que podamos y negociar con el alumno los conocimientos”, en este sentido PFC agrega “Si el estudiante es un experto en el tema aprovechar ese conocimiento para que el participe expresando su sabiduría en la lengua meta y tú sólo estés al mando para corregirle pronunciación o vocabulario, quizás debes como profesor ser creativo para poder seguir elaborando preguntas sobre el tema lo que me ha funcionado es interesarte por el tema para que las preguntas fluyan solas”. Siguiendo la misma línea mencionada por PFC, PFD nos puntualiza “Si el estudiante está interesado en hablar sobre algún tema de específico, es necesario que sea consciente de que su participación es indispensable”.

El cuarto diario nos aporta el tema “Desviación de temas de clase”, para PFA le parece bueno, considerando “Creo que como humanos, no está mal el desviarnos de los temas de la clase. Podemos siempre aprovechar esas clases para introducir vocabulario nuevo, expresiones coloquiales e incluso practicar diferentes destrezas: con videos, lecturas sobre el tema, etcétera”; por su parte PFE nos recuerda “Hay ocasiones en las que durante o al inicio de la clase, romper el hielo con una conversación significa desviar del tema incluso iniciar una conversación diferente. Esto no tiene nada de malo siempre y cuando se pueda seguir utilizando la lengua meta y así practicar el idioma aprovechando el input del momento”. No debemos olvidar que [...] “debemos considerar ciertos aspectos como el tiempo que podemos tomar para hacerlo y qué tan motivado está el alumno” (PFD).

El sexto diario retoma el tema “Motivación y disposición de los aprendientes”, en ese apartado PFB nos recuerda “Cuando hablamos sobre la motivación desde la perspectiva como profesores pienso que muchas veces nosotros mismos nos ponemos encima el peso de que la motivación de los alumnos está directamente relacionada con nuestra capacidad como docente, lo que si tiene una parte de cierto, pero también debemos tener en cuenta que hay muchos factores que influyen en el alumno más allá de nuestras clases, por lo que en ese aspecto debemos ser más amables con nosotros mismos”. Siguiendo con el papel de profesor en clase y la motivación PFD pone peso en “Sin embargo, olvidamos que existen ciertos factores y tareas en las que únicamente el alumno puede trabajar, como lo es el manejo de sus emociones”, en este sentido PFE completa lo mencionado por PFD agregando “no hay que pasar de largo que nuestros estudiantes son personas igual que nosotros y pasan por muchas situaciones en su vida”. PFA ve más allá de tema de este diario indicando que “Un gran problema con la motivación es cuando solo dependemos de ella para hacer las cosas. Pienso que debemos tenerla, sí, pero también ser disciplinados y resistentes, como maestros y alumnos”.

El diario diez lleva por título “Las malditas preguntas de vocabulario”, con este tema PFB da una pauta de inicio “Me parece que en este tipo de casos lo que podemos hacer antes que nada es mantenernos calmados, ya que si nos ponemos nerviosos por no saber cómo responder la pregunta va a hacer que menos sepamos como responderla”. En este mismo tenor PFD completa la idea al indicar “Solía ponerme nerviosa cuando un estudiante me preguntaba algo, pero creo que poco a poco he aprendido a tomarlo con tranquilidad. Una vez que te preparas mentalmente para todo tipo de preguntas, es difícil que una te sorprenda, ya sea de vocabulario, estructuras o acerca de la cultura”. Sobre la forma de resolver la situación PFA recuerda “En primer lugar, creo que cuando preparamos

un tema, podemos anticipar el tipo de preguntas que vamos a recibir, pero cuando eso no sucede, algo que me funciona es pedirles que lo describan o que me muestren una imagen o viceversa, yo les muestro una imagen o busco explicarles que es con palabras más simples”, para esto PFC da una experiencia ocurrida en su práctica “no conocemos la respuesta en ese momento es válido investigar y llevártelo de tarea y así dar una mejor explicación al estudiante para después”.

En los seis diarios analizando, se centran en la práctica docente de los participantes, problemas a los que se enfrentan y que pueden ser resueltos desde la planeación de clase, cumpliendo los objetivos que se hayan propuesto, entender que “la clase no es un fin en sí mismo, sino un medio para lograr ese fin: el objetivo terminal que justifica la existencia de las clases es lograr que el aprendizaje se lleve a cabo con mayor eficacia y en el menor tiempo posible” (Sánchez, 2004, p. 32)., por lo que las situaciones presentadas (saturación de información para el estudiante, el primer día de clase, alumnos especialistas en un tema y cómo abordarlos, desviación de temas de clase, motivación y disposición de los aprendientes, dudas de vocabulario), podrán repetirse no solo por ser su acercamiento a la vida profesional, o por falta de experiencia, sino que vienen a ser situaciones recurrentes dentro de una clase de lenguas, recordando que trabajamos con seres humanos. Lo que sí debe plantear son objetivos claros desde el inicio de la clase y compartirlos con los estudiantes, para lograr la enseñanza-aprendizaje de lo que se haya propuesto.

#### *Formación docente*

Para esta categoría se cuenta con el análisis del diario nueve, cuyo tema es “La observación de la clase: reacción y aprendizaje”, aquí los participantes recuerdan lo aprendido durante su proceso formativo, según PFA lo resume de la siguiente manera “Creo que cuando hablamos de observación, hay dos lados de la moneda: 1.- observar: cuando somos los observadores, siendo sobre todo primerizos, buscamos aprender y entender y cuando ya tenemos experiencia, creo que a veces se nos da un poco el juzgar al profesor y decir: Yo hubiera... 2.- ser observados. Creo que esto es de lo más difícil porque si alguien más nos observa, un colega o nosotros mismos, creo que nos mentalizamos con buscar cierta perfección cuando eso no existe y al ver grabaciones o recibir retroalimentaciones, somos muy duros con nosotros mismos y nos desanimamos y pensamos que una “mala clase” o “un mal momento” nos convierte inmediatamente en malos maestros por no llenar las expectativas tanto de otros como las nuestras”. Aunque se tenga conocimiento de los beneficios de la observación, estando en la posición de ser observado puede ser como lo menciona PFD “. Debo confesar que hasta la fecha me pone un poco nerviosa grabar mis clases y que alguno de mis compañeros las vea, en esos momentos pienso: ¿expliqué bien el tema? ¿será esta la mejor forma de explicar para mis compañeros?”, de manera similar PFB agrega “Ahora que estoy en el papel de docente siento que no me daría mucha pena o incomodidad ser observada, no me avergüenzo de mi capacidad como docente y siento que la puedo mostrar, aunque por supuesto sé que hay muchas cosas que debo mejorar y un poco de retroalimentación no me vendría mal, lo que me preocuparía sería la forma en la que el desempeño de mis alumnos podría verse afectado al estar en la clase alguien que solo está observando”. Aun así, los beneficios de la observación los ve PFC “A mí, en lo particular me ayuda a ponerme en los zapatos del estudiante y así analizar si es claro la explicación de dicho tema, a su vez puedo reflexionar si el estudiante comprendió bien el tema y si es necesario cambiar algo en la clase”.

Durante el proceso formativo de los participantes, pudieron ver la observación como parte del currículo, en el diario analizado la experiencia se visualiza en “visitar una clase para observar los diferentes aspectos de la enseñanza” (Richard y Lockhart, 2008, p. 20), aunque en esta ocasión hay una transición de ser observadores a ser observados y apoyar en proceso formativo de otros, factor que los pone ante una situación un tanto incomoda. En lo mencionado por los participantes, sus emociones ante la situación se ven expuestas, en este sentido lo mencionado por Badía (2014) “en la mayoría de los programas de formación del profesorado dan poca importancia a las relaciones entre la regulación de las emociones de los profesores, la gestión del aula, y la práctica docente” (p.68). Y es verdad, la emoción, cualquiera que sea ésta, no se aborda en el programa educativo, en la situación de profesores titulares al enfrentar las situaciones dentro del aula y también en el apoyo a formar a otros.

#### *Ámbito de trabajo del profesor*

En el ámbito laboral, donde el profesional de la enseñanza se desarrollará, los participantes discutieron sobre tres temas correspondientes a los diarios cinco, siete y ocho, que se analizan a continuación.

El diario cinco tiene por tema “Los roles del profesor”, al enfrentarse al campo laboral, los futuros profesionistas consideran que su único papel será el de impartir clases, atendiendo solo lo relativo a la enseñanza y aprendizaje del aula, pero en la práctica vienen otros roles, en la experiencia de PFA “Erróneamente, como novatos, pensamos que los profesores solo tienen un papel. Sin embargo, a veces se nos dan otros que no pensamos que vendrían con el hacer del profesor. Creo que a veces se romantiza incluso la idea de ser “todólogo” y adquirir esos papeles que no nos corresponden o viceversa, a veces no tomamos papeles que sí deberíamos conocer”. Por otro lado, la diversificación de los roles puede considerarse en diferentes contextos, tal como lo menciona PFB “Un



profesor debe ser responsable en todos los contextos y ser consciente de lo que puede y no puede hacer, por respeto a sus estudiantes, institución y a sí mismo”. Quien discrepa de la opinión es PFC, para el “[...] mi trabajo es guiar al estudiante para su aprendizaje y al ser un profesor de lenguas soy responsable de transmitir la cultura y los contextos de la lengua de manera responsable sin privar al estudiante expresarse y participar siempre y cuando sea referente al objetivo de la clase”.

El diario siete hace referencia al tema “El cansancio de las clases”, los comentarios vertidos no trataron sobre los estudiantes que atienden las clases sino de los profesores, quienes al enfrentarse a una carga de trabajo puede ser indicativo de lo que pensamos o se nos ha inculcado como correcto, sobre esto lo menciona PFA “Vivimos en una cultura donde el trabajo excesivo se ve como algo bueno y que debemos “glorificar”, pero pienso que el trabajar tanto también nos impide disfrutar tanto el trabajo como la vida”. Además, PFD agrega “Creo que desde siempre se nos ha inculcado que trabajar más es sinónimo de ser exitoso o de estar construyendo un camino hacia aquello que deseamos, pero no siempre es así”. Sin duda, la cultura del trabajo es algo inherente a nuestra personalidad, pero la reflexión puede dar un giro, PFC lo nota “Me parece que como profesor debes ser consciente y conocerte a ti mismo para poder dimensionar las horas de trabajo que puedes realizar sin desgastarte física y mentalmente”. Poner cuidado en el ser humano que somos, como lo señala PFB “Pienso que como docentes debemos tener, aunque sea un horario para saber por ejemplo en qué momentos tomas agua, dar una pequeña caminata o estiramiento de 10 min”.

El diario ocho lleva por título “Centro de trabajo vs. Freelance. PROS vs. CONTRA”. En el ejercicio de ser profesores de enseñanza de español como segunda lengua, se tiene la opción de trabajar de manera independiente o bien desarrollar la labor en una institución pública o privada. Al salir del programa educativo, los egresados que se encuentran ante esta elección se enfrentan con ventajas y desventajas, PFE lo reflexiona “Entre las ventajas que encontramos como profesores independientes están: control de nuestros tiempos, temas, preferencias de los estudiantes. Las desventajas: más trabajo por la primera elaboración del material, hay que ser más estrictos con nosotros mismos. Por otro lado, las ventajas de trabajar en un centro de trabajo son: un sueldo seguro, horas garantizadas, seguro por la institución, en ocasiones material y planes de clase predeterminados. Las desventajas son: bajos salarios, abuso por parte de la institución, compromiso con la institución”. La información la completa PFC “ Me parece que hay más pros trabajando como FreeLancer, pero hay mayores responsabilidades ya que tú tienes que encargarte de muchos ámbitos como publicidad crear tu propio programa y quizás en temporadas sufrir de bajas en los estudiantes. Al contrario de trabajar en una academia todos estos procesos ya estarán solucionados, pero estarás más limitado a las normas de la academia y a su salario”.

Las inquietudes manifestadas en los diarios cinco, siete y ocho, expresan situaciones en el contexto laboral, haremos referencia a la reflexión del octavo diario, este tema se ha comenzado a abordar, por ejemplo, en el capítulo 20 ¿Qué debo tener en cuenta para abrir una academia de español?, del libro de María Méndez (2021), nos hace reflexionar tanto si estamos pensando en nuestro propio negocio o bien si trabajamos en una escuela:

En suma, para montar una escuela de español hay que tener claro un plan de empresa que recoja los diferentes aspectos académicos, burocráticos, económicos y financieros, técnicos y de marketing. Con todo ello se puede trazar un plan de viabilidad y buscar un equipo de gente con la que trabajar para lograr constituir la empresa y que ésta logre el éxito (p.61).

Se debe preparar a los futuros profesionistas no solo en aspectos teóricos y prácticas de la enseñanza de español, sino abarcar otros aspectos que les permitan ser innovadores y emprendedores.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

Los diarios analizados (10 en total) muestran diferentes caras de la formación docente, las cuales fueron agrupadas en tres categorías principales: Práctica Docente, Formación Docente y Ámbito de trabajo del profesor. En el caso de los participantes, profesores en formación de la Licenciatura en la Enseñanza de Español y que están en contacto con la vida profesional debido a la materia de Prácticas, puede entenderse que su mayor foco de atención fue en la primera categoría “Práctica Docente”, donde giraron el tema de seis diarios de observación, cuya preocupación se centra en lo que ocurre en una clase de lenguas y lo que el profesor debe contemplar en el desarrollo de la misma: planeación de clase, manejo de grupos, incidentes críticos, etc. La segunda categoría con temas de interés retomados en los diarios fue el del Ámbito de trabajo del profesor, esto es comprensible al estar en la etapa final del proceso formativo, deben ir explorando lo que el mercado laboral les ofrece. Por último, la categoría de Formación Docente, tuvo una relevancia menor, pero aún no menos importante, dado que se posicionó como referente para futuros profesores, al ser observados en su práctica. Los profesores en formación están como un proceso continuo que formará parte siempre de la profesión en sí. Las áreas que se han tratado reflejan la perspectiva y el análisis propio que se ha hecho durante el proceso, cómo es que se percibe el futuro como profesor, cómo tratar

ciertos temas en clase, la salud física y mental, etc. Es importante considerar la relevancia de estos temas en el futuro.

### Conclusiones

Cuando estamos comenzando nuestra vida como docentes de ELE habrá muchas cosas a las que nos enfrentaremos, es más, hasta podríamos decir que incluso después de años de experiencia se puede seguir viviendo nuevos tipos de aprendizaje en los que nos podemos sentir como en nuestra primera clase, por lo que hay que estar abiertos a este tipo de situaciones en el aula, de igual modo las situaciones externas para fomentar las competencias docentes.

### Recomendaciones

Si bien, como futuro profesor, al recordar la formación teórica que aprendiste en tu certificación como docente de español, es importante tener presente de cierta manera todos estos conocimientos, pues al momento de experimentarlos en la práctica docente podrán salvarnos de muchas situaciones y recurrir a ellas siempre es una buena elección. De igual manera, mantener la mente abierta a cualquier evento, ayudará de gran manera, pues la mayoría de las veces nos encontraremos en contextos de los cuales la teoría no fue tomada en cuenta.

En el sentido laboral, dependiendo de nuestras necesidades, es recomendable mantenernos preparados para cualquier reto, como profesores de una lengua podemos encontrarnos con gente de todo el mundo con distintas creencias y culturas, por lo cual el interés por conocer otras expresiones y costumbres deben ser un motor para tener apertura y estar en constante actualización. Esto aplica para los centros educativos o si se trabaja de manera independiente, pues siempre tendrás la responsabilidad de ser sensible culturalmente, ya sea con el centro/academia o bien, con tu propia marca.

### Referencias

- Badia, A. (2014). Emociones y sentimientos del profesor en la enseñanza y la formación docente. En C. Monereo (Coord.). Enseñando a enseñar en la universidad (pp. 62-90). Barcelona: Octaedro/ICE-UB.  
[https://www.researchgate.net/publication/305493634\\_Emociones\\_y\\_sentimientos\\_del\\_profesor\\_en\\_la\\_ensenanza\\_y\\_la\\_formacion\\_docente](https://www.researchgate.net/publication/305493634_Emociones_y_sentimientos_del_profesor_en_la_ensenanza_y_la_formacion_docente)
- Instituto Cervantes (2020). *El español en el mundo 2020. Anuario del Instituto Cervantes*. [https://cvc.cervantes.es/lengua/anuario/anuario\\_20/](https://cvc.cervantes.es/lengua/anuario/anuario_20/)
- Méndez Santos, M. (2021). *101 preguntas para ser profesor de ELE*. Editorial Edinumen.
- Richards, J.C., y Lockhart C.(2008). *Estrategias de reflexión sobre la enseñanza de idiomas*. Editorial Edinumen
- Sánchez Pérez A. (2004) *Enseñanza y aprendizaje en la clase de idiomas*. Editorial SGEL.

### Notas Biográficas

La **Mtra. Alma Laura Montés Hernández** es profesora investigadora en la Universidad de Guanajuato. Maestría en la Enseñanza del Español como Segunda Lengua y LE de la Universidad de Barcelona. Imparte clases en el programa educativo de la Licenciatura en la Enseñanza del Español como Segunda Lengua, del Departamento de Lenguas de la Universidad de Guanajuato y ha publicado artículos en revistas internacionales, así como en el Instituto Cervantes. Ha participado en congresos nacionales e internacionales, tales como ASELE y AESLA, entre otros. También ha participado como asesor en el verano de investigación.

**María Guadalupe Barrientos León** es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza del Español como Segunda Lengua de la Universidad de Guanajuato, ...

**Tania Alejandra Camacho Lara** es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza del Español como Segunda Lengua, creadora de contenido en redes sociales bajo el nombre de usuario de *The Rookie Teacher*, en el cuál comparte contenido bilingüe sobre la lengua española, específicamente la variante mexicana, así como la cultura.

**Alberto Martín Gallegos Arredondo** es

**Mitzi Gómez Jiménez** es estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en la Enseñanza del Español como Segunda Lengua.

**Vania Hazel González Ramírez** es

### Apéndice

1. Link a diarios de reflexión:

[Diarios de Clase](#)

# Tecnología LoRa para Cultivos Agrícolas en la Localidad de Santa María Roaló, Oaxaca

Carlos Enrique Morales Bautista<sup>1</sup>, Mireya Muñozcano Arroyo<sup>2</sup>, Zoila Carmen Lagunas Sánchez<sup>3</sup>

**Resumen**—Los cultivos agrícolas presentan una fuerte vulnerabilidad ante diferentes condiciones físicas a las que están expuestos, generando aumento en los costos de producción y menor calidad en los productos finales. La falta de tecnificación y control junto con la brecha tecnológica en los cultivos son las principales causas que conllevan a la mayoría de problemáticas del sector agrícola. La comunidad de Santa María Roaló se localiza al noreste Municipio de Trinidad del distrito de Zaachila, estado de Oaxaca México. El diseño basado en tecnología LoRa, con características como la distancia de cobertura y escalabilidad, logra ser accesible tanto para las grandes industrias como para la mayoría de los agricultores, pues su versatilidad permite que un mismo sistema pueda ser usado por diferentes agricultores con cultivos adyacentes. LoRa es una tecnología inalámbrica desarrollada para permitir las comunicaciones de datos a baja velocidad en grandes distancias entre los sensores que se utilicen.

**Palabras clave**—LoRa, tecnología inalámbrica, cultivos agrícolas, IoT, sensores.

## Introducción

Se observan diversas dificultades que presentan los agricultores de la comunidad de Roaló, en el municipio existen tres tipos de tenencia de la tierra, la ejidal, pequeña propiedad y comunal. La comunidad de Santa María Roaló, ubicada en el Municipio de Trinidad Zaachila del Estado de Oaxaca, cuenta con un amplio terreno para cultivos agrícolas, dentro de los cuales destacan el maíz, frijol, calabaza, aguacate, entre otros. Por lo que desde mucho tiempo atrás, es sabido que estas tierras son muy productivas, con ayuda de recursos naturales se han producido grandes cantidades de cosechas, sustentando a la comunidad y distribuyendo sus productos a pequeños mercados cerca de la zona. Sin embargo, diversos factores, como el control erróneo de la humedad y temperatura y la inapropiada aplicación del riego, los cultivos presentan debilidades, provocando bajas e incluso pérdidas de cosechas o frutos de menor calidad.

Con el fin de incorporar tecnología en el campo y de tratar de dar solución a las dificultades actuales que presentan la agricultura de Roaló, se planteó la aplicación de la tecnología LoRa para realizar monitoreos de la humedad y temperatura del suelo, mediante análisis de datos obtenidos de sensores incorporados en el mismo. De igual manera, el riego será optimizado, al concluir el análisis de la humedad del suelo, esto con la finalidad de que el agricultor pueda tomar decisiones oportunas en beneficio de sus cultivos. Además, LoRa ofrece características como la distancia de cobertura, bajo consumo de datos, requiere de energía mínima y logra ser accesible tanto para las grandes industrias como para la mayoría de los agricultores. La mayoría de los cultivos están alejados de redes celulares o, aunque no lo estén, es costoso instalar un modem en cada sensor, lo que trae como consecuencia que no sea fácil obtener esta información hasta ahora desde la Internet (Athukorala, 2016). El uso de esta tecnología pretende obtener procesos automatizados y eficientes, además de reducir tiempo y esfuerzo. Permitiendo el alcance de un desarrollo tecnológico eficaz y a bajo costo en la agricultura, evitando pérdidas de cosechas o frutos por malas prácticas.

Hoy en día la tecnología evoluciona rápidamente, es importante sumarla en el campo, ya sea desde grandes granjas o cultivos de pequeñas localidades, con el fin de expandir ambas partes. Por su parte, la agricultura, en su mayoría está compuesta por pequeños campesinos, quienes no cuentan con los recursos tanto económicos como materiales para incorporar tecnologías costosas en sus cultivos, por lo que no optan a usarla. La IoT se refiere a la interconexión en red de todos los objetos cotidianos, que a menudo están equipados con algún tipo de inteligencia. En este contexto, Internet puede ser también una plataforma para dispositivos que se comunican electrónicamente y comparten información y datos específicos con el mundo que les rodea. (Salazar y Silvestre, 2014).

<sup>1</sup> Carlos Enrique Morales Bautista es Profesor de Ingeniería Informática y Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Departamento de Ciencias Económico – Administrativas, Ex-hacienda Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. carlos.mb@voaxaca@tecnm.mx.

<sup>2</sup> La Ing. Mireya Muñozcano Arroyo es egresada de Ingeniería Informática del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Departamento de Ciencias Económico – Administrativas, Ex-hacienda Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. 115920326@voaxaca.tecnm.mx

<sup>3</sup> La Mtra. Zoila Carmen Lagunas Sánchez es jefa del departamento de Ingenierías y docente del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Departamento de Ingenierías, Ex-hacienda Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. C.P. 71233. Tel: 951 5270444. zoila.ls@voaxaca.tecnm.mx.

### Descripción del Método

Área de estudio. Para el establecimiento de la tecnología LoRa usando LoRaWAN se seleccionó a la comunidad de Santa María Roaló, como se observa en la figura 1 se localiza a 1.1 kilómetros del Municipio de Trinidad (al noroeste), distrito de Zaachila, estado de Oaxaca México, situada a una mediana altura de 1490 metros sobre el nivel del mar. El clima que domina es templado, con una temperatura media anual de 17.5°C, donde las lluvias ocurren entre los meses de junio a octubre. (MÁ López Martínez, 2015). Se caracteriza por ser una región accidentada, de tipo montañoso y lomerío en su mayor parte, posee una inclinación promedio de 28 a 35° de pendiente en su relieve. La vegetación predominante en las partes de lomerío es de pastizal, matorrales y árboles de especies variadas. (MÁ López Martínez, 2015).

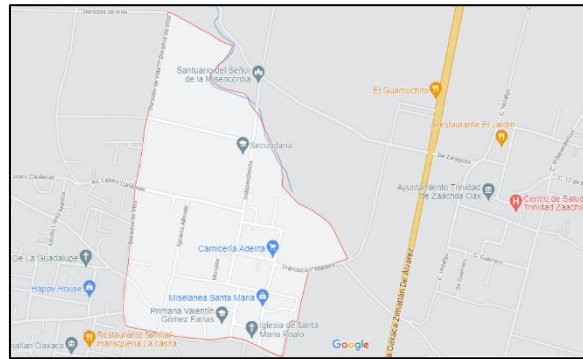


Figura 1. Localización de Santa María Roaló. Fuente: Google Maps

En la figura 2 podemos apreciar que esta comunidad posee un clima agradable o clima cálido y apenas hasta moderada precipitación. La temperatura máxima promedio en Santa María Roaló es 30°C en abril y de 24°C en enero. Santa María Roaló tiene el clima tropical de sabana. Hace calor todos los meses, tanto en la estación seca como en la húmeda. La temperatura media anual en Santa María Roaló es 21° y la precipitación media anual es 599 mm. No llueve durante 152 días por año, la humedad media es del 62% y el Índice UV es 4. (INEGI, 2010).

Día	24 °C	26 °C	28 °C	30 °C	29 °C	26 °C	26 °C	26 °C	25 °C	25 °C	24 °C	24 °C
Noche	8 °C	9 °C	10 °C	12 °C	13 °C	14 °C	13 °C	13 °C	14 °C	11 °C	10 °C	9 °C
Precipitación	18 mm	16 mm	30 mm	60 mm	143 mm	319 mm	315 mm	247 mm	306 mm	93 mm	25 mm	11 mm
Días de lluvia	10	9	13	18	23	28	30	30	29	20	16	9
Días secos	21	19	18	12	8	2	1	1	1	11	14	22
Horas de sol por día	9	9	10	9	10	9	9	9	9	9	10	10
Fuerza del viento (Bft)	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2
Índice UV	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5

Figura 2. Clima de Santa María Roaló con datos de INEGI (2010).

El suelo es un recurso al que se le ha dado poca importancia, en el municipio los usos más frecuentes son en agricultura condicionado a mantenerlo debidamente fertilizado, ganadería. Sin embargo, existen datos que están perjudicando los mantos acuíferos de mantos friáticos por la extracción de tierra y materiales pétreos como grava y arena, que se están constituyendo como factor altamente importante en la pérdida de suelo. En el cuadro 1 se muestra que en el municipio se encuentran principalmente dos tipos de suelo; el regosol y el vertisol: se trata de un suelo joven y poco desarrollado que presenta nutrientes como arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, es de moderada o de alta susceptibilidad a la erosión. (INAFED, 2010).

Cuadro 1. Tipos de suelos de Santa María Roaló. Fuente: Datos obtenidos en entrevistas con productores y Comisariado de Bienes Ejidales de la Comunidad.

NOMBRE	CARACTERISTICAS	CALIDAD
Arcilloso o tierra negra	Es poroso, chicoso	Es fértil con humedad y apto para sembrar
Pedregoso o tierra caliza	Es blanquecino, poroso y pedregoso	No es muy fértil y con poca humedad, pero se siembra poco
Arenoso o tierra arenosa	Presenta varias tonalidades de color blanco, café, con piedras pequeñas	Puede ser fértil, pero con la ayuda de fertilizantes
Arcilloso o tierra de yocuela	Amarillo de consistencia chicluda, con hojas y guarda humedad	Predomina en zonas con humedad y es bueno para cultivar

En el municipio de Trinidad Zaachila y en la comunidad de Roaló, la mayor parte de la gente se dedica al cultivo de hortalizas, de maíz, frijol, cacahuete, calabazas y chile de agua. Es preciso planear el huerto antes de sembrar, es necesario determinar la cantidad de espacio que hay disponible, luego decidir cuáles son las hortalizas que se van a sembrar. En los huertos en donde se hacen camas, se cuida que tengan por lo menos 40 cm de profundidad. La siembra se realiza de acuerdo a la hortaliza, que puede ser siembra directa o de almacigo. El riego depende de la época, ya que en época de lluvia no depende de riego, en cuaresma el riego debe ser cuidadoso. Se debe regar con menos frecuencia, pero por un periodo más prolongado que regar en tiempos cortos y con grandes cantidades de agua. Esto permite que las raíces de las plantas crezcan a más profundidad, teniendo así un sistema de raíces grande y fuerte que a su debido tiempo absorberá más nutrientes teniendo así una planta saludable. (SEMARNAT, 2009).

Los datos de los sensores se transmiten en tiempo real mediante la tecnología de radio LoRaWAN. El usuario puede obtener datos de sensores a través de sistema de visualización y almacenamiento de datos, o mediante la propia infraestructura del usuario que en la comunidad por lo general es con antenas inalámbricas arrendadas a un pequeño proveedor de servicios de internet, este se enlaza a la red comercial de la empresa Telmex o Izzi. En la figura 3 se muestran dos columnas con sensores de temperatura en *a*) el sensor MCP9700A, cuyo voltaje de salida es proporcional a la temperatura en un rango de -40°C (100 mV) hasta 125°C (1.75 V) con una sensibilidad de 10 mV/°C. Este sensor puede ser usado para conocer la temperatura ambiental. En *b*) una PT -1000, que es un sensor de temperatura, con un rango de -50 a 300°C. El mismo constituye un sensor resistivo, donde la resistencia de salida varía entre 920 y 1200 ohms aproximadamente y a 0°C la resistencia es de 1 Kohm. (Cortes y Vargas, 2020).



Figura 3. Tipos de sensores.



Figura 4. Sensor LSE01-AU915. Sensor de humedad y conductividad eléctrica.

Para medir la humedad y la conductividad eléctrica se usó el SENSOR LSE01-AU915. El Dragino LSE01 es un sensor de humedad del suelo y EC LoRaWAN para IoT de agricultura. Está diseñado para medir la humedad del suelo de suelo salino-alcálico y suelo arcilloso. El sensor de suelo utiliza el método FDR para calcular la humedad del suelo con la compensación de la temperatura y la conductividad del suelo. (Augustin et al., 2016). También ha sido calibrado en fábrica para el tipo de suelo mineral. Detecta la humedad del suelo, la temperatura del



suelo y la conductividad del suelo, y carga el valor de forma inalámbrica a LoRaWAN IoT Server, al cual podemos acceder con la conectividad a internet con nuestro proveedor de servicio. La tecnología inalámbrica LoRa utilizada en LES01 que se muestra en la figura 4 permite que el dispositivo envíe datos y alcance rangos extremadamente largos a velocidades de datos bajas. Proporciona una comunicación de espectro ensanchado de alcance ultra largo y una alta inmunidad a las interferencias, al tiempo que minimiza el consumo de corriente. (Avila, 2017). LES01 funciona con una batería LI-SOC12 de 4000 mA o 8500 mAh, está diseñado para un uso a largo plazo de hasta 10 años. Cada LES01 está precargado con un conjunto de claves únicas para los registros de LoRaWAN, registre estas claves en el servidor LoRaWAN local y se conectará automáticamente después del encendido. (Barrero D., 2018). Para el caso de la medición de la temperatura se propone el Sensor DL-DS18 IoT LoRaWAN.

La tecnología que se implementa para llevar a cabo la solución en particular, luego de haber analizado las diferentes tecnologías con las cuales se pueden trabajar es la tecnología LoRa, esta tecnología permite enviar información en un rango de 2 a 5km en un ambiente urbano y de 8 a 10km en ambiente rural, con un consumo de potencia en transmisión en  $<+27\text{dBm}$  y con un tamaño de paquete programado para llevar a cabo la transferencia de los datos. Las aplicaciones de agricultura inteligente son un mercado vertical probado para los dispositivos LoRa, que ofrecen a los agricultores y ganaderos varias ventajas que incluyen hasta 30 millas de cobertura de red desde una única puerta de enlace LoRaWAN en áreas rurales. (Carreño, 2020)

### Comentarios Finales

Para la parte de la siembra, se determinó las mediadas del terreno o espacio de que se destinan para la misma, tipo de siembra y riego, desglosándose de la siguiente manera:

Espacio para la siembra: según los datos obtenidos de la entrevista, se precisó que no hay medidas exactas para realizar las siembras de hortalizas en la comunidad de Santa María Roaló, puesto que los agricultores deciden las medidas, dependiendo del área de su terreno. El área de un terreno de la comunidad, por lo general es de un aproximado de  $5,000\text{ m}^2$ . En ocasiones optan por cubrirlo en su totalidad, la mitad o la cuarta parte del mismo. En la figura 8 se aprecia una imagen de los terrenos de esta población.

Tipo de siembra: En este punto, cabe recalcar que previamente se nombraron dos tipos de siembra; directa y por almacigo. Enfocándose a Roaló, en su mayoría de los agricultores utilizan el tipo de siembra directa y son contados las personas que utilizan el tipo de almacigo. Para la siembra directa, los campesinos siembran la semilla en el terreno definitivo una sola vez, de forma continua y rala dejando la caer en el fondo de surcos espaciados a un metro entre ellos y de 45 a 70 centímetros, a 1 o 5 centímetros de profundidad, al cabo de entre 7 - 22 días (según la hortaliza) germinarán y emergerán las plantas creciendo en forma normal. En la figura 9 se puede observar este tipo de siembra, resaltando que es en la comunidad de Roaló.

Ahora bien, la siembra por almacigo consta de una pequeña área en la que se hace trabajos para que semillas de ciertas hortalizas encuentren buenas condiciones (suelo, sombra, humedad) para la germinación. Debido al tamaño de la semilla, la susceptibilidad y el poder germinativo bajo, algunas hortalizas requieren ser almacenadas.

Los almacigos en tierras de Roaló, el tamaño dependerá de la cantidad de semilla a utilizarse. Por lo general debe ser de 1 metro de ancho por 2 metros de largo y de 15 a 20 cm de alto. En la figura 10 se puede ver este tipo de siembra.



Figura 8. Terreno en Santa María Roaló.



Figura 9. Siembra directa en Roaló.

Riego. Con respecto a este, y para el cultivo de hortalizas en Roaló; utilizan el sistema de riego rodado o por gravedad, el cual consta de la distribución del agua a través de los surcos, que se disponen a lo largo del área de cultivo; y por gravedad avanza hasta el extremo más bajo permitiendo; durante este tiempo, la infiltración de agua de mayor valor se presenta generalmente en la cabecera del campo. En la figura 11 se observa este tipo de riego.





Figura 10. Siembra por almacigo en Roaló.



Figura 11. Sistema de riego rodado, en Roaló.

### Resumen de resultados

La implementación del hardware se llevó a cabo en un cultivo agrícola el cual permitió realizar las lecturas de las principales variables físicas que afectan a un cultivo (temperatura, humedad, radiación y Ph), el desarrollo de hardware se desarrolló bajo las condiciones climatológicas que se presentan en terreno, para esto fue necesario el diseño de una caja protectora en cada uno de los nodos con unas características especiales las cuales permiten proteger los circuitos. Los sensores permitieron obtener información verídica durante el proceso de prueba, sin embargo, el sensor de ph presenta fallas en la lectura debido a que el sensor implementado no está diseñado específicamente para sistemas agrícolas, este sensor se presenta solo para muestro de la tierra más no debe de ser constante su medición ya que si se encuentra en terreno todo el tiempo no dará una información valida. Los sensores de temperatura, humedad y radiación tuvieron un comportamiento óptimo, como se aprecia en el cuadro 2 con un desgaste mínimo de sus componentes debido a las condiciones climatológicas a las que estuvieron expuestos.

Cuadro 2. Tabla de temperatura, humedad y ph detectada por los sensores.

	Temperatura	Humedad	Ph
Máximo	20	20 %	12
Mínimo	19	17%	2
Promedio	19.08	17.83%	7.83

Como resultado de esa medida, los agricultores pueden optimizar sus operaciones al tener datos bien informados para gestionar mejor sus cultivos y garantizar sus mayores rendimientos. (Catsensors, 2019). Se realizaron las pruebas necesarias de distancia entre cada nodo y el Gateway, realizando una topología en estrella donde cada nodo envía información aproximada en un minuto y medio (90 sg). puntos que se tuvieron en cuenta fue distancia en línea de vista, y en no línea de vista, porcentaje de paquetes perdidos en el envío de información.

El uso de tecnologías como LoRa junto con la implementación de sistemas IoT aportan a la disminución de la brecha tecnológica que existe en el sector agricultor en Santa María Roaló. Al implementar el prototipo en el cultivo se podrán generar las alertas correspondientes a las variables físicas, lo cual permitirá que el cultivador determine el control sobre el mismo, obteniendo así un mejor rendimiento durante el proceso de cosecha empleado, se puede verificar que para obtener un proceso completo de cosecha de hortalizas. Es necesario realizar el monitoreo y análisis durante 140 días como mínimo para determinar las propiedades de cosecha del cultivo; por lo cual no contamos aun con este tiempo ya que el prototipo se empleó en un aproximado de 40 días.

Se demostró el funcionamiento de la tecnología, así como el proceso de siembra en hortalizas, considerando la implantación de la tecnología LoRa específicamente, en la agricultura con el fin de innovar los campos mexicanos, así como el de reducir el esfuerzo que conlleva todo el proceso de siembra, así como de obtener un producto de mejor calidad, puesto que agricultura es uno de los ejes en torno a los cuales gira la economía mexicana, por su puesto la localidad de Santa María Roaló, en el estado de Oaxaca

### Conclusiones

La implementación del prototipo proporciona grandes ventajas para el sector agricultor, optimizando tiempos y reduciendo pérdidas, generadas ya sea por el daño o baja calidad de los productos.

El uso de tecnologías como LoRa junto con la implementación de sistemas IoT aportan a la disminución de la brecha tecnológica que existe en el sector agrícola. Una selección correcta de cada uno de los elementos que conforman el prototipo, posibilita el buen desempeño del sistema de transmisión, puesto que, al utilizar sensores y

módulos adecuados, se garantizan que los datos transmitidos sean los correctos. Se obtuvo una transmisión de datos de 200kbps entre cada uno de los nodos y el Gateway con un tiempo de 100 segundos entre la comunicación de cada nodo y el aplicativo web.

Al implementar los sensores en el cultivo se generaron las alertas correspondientes a las variables físicas, lo cual permitió que el productor determinara el control sobre el mismo, obteniendo así un mejor rendimiento durante el proceso de cosecha empleado, se puede verificar que para obtener un proceso completo de cosecha es necesario realizar el monitoreo y análisis durante 140 días como mínimo para determinar las propiedades de cosecha del cultivo; por lo cual no contamos aun con este tiempo ya que el prototipo se empleó en un aproximado de 40 días.

A la hora realizar un proyecto para instalar una red de comunicación inalámbrica hay varios factores que son muy importantes. Entre ellos destaca por un lado la cobertura que puede ofrecer dicha red, ya que determinará el número de estaciones base que habrá que instalar para dar cobertura a una determinada región. Y por otro lado destaca el consumo energético que pueden tener los distintos dispositivos que forman parte de la propia red, ya que en aplicaciones típicas del sector IoT es esencial tener dispositivos que funcionen en unos niveles de potencia reducidos, llegando a tener vidas útiles de entorno a decenas de años.

#### *Recomendaciones*

Hay gran cantidad de información sobre la tecnología LoRa en internet, pero la fuente más completa es Semtech que es la empresa que patenta esta tecnología, la documentación fue recopilada y analizada para disponibilidad la información técnica más relevante que permite entender el protocolo la recopilación de información permitió tomar los aspectos más relevantes como son los temas de caracterización LoRaWAN, la transmisión, recepción y estructura de los datos dentro de una misma red de Sensores.

Otro proyecto analizado por otros investigadores es el sistema difuso de riego aplicado al crecimiento del pimiento habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones protegidas en Yucatán, México. Los autores analizaron los coeficientes de cultivo, el tipo de suelo, la velocidad de viento, la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa y el nivel de lluvia, obtenidos de una estación meteorológica y otros dispositivos de medición para ese fin, una limitación importante de este estudio es el uso de instrumentos de medición costosos, a los que la mayoría de los agricultores no tienen acceso. (Ceballos et al., 2019). El protocolo LoRaWAN puede ser utilizado y aplicado en IoT teniendo la certeza que tendrá un excelente desempeño en cuanto al enfoque distancia de cobertura y baja potencia. (Cosme, 2018). Una selección correcta de cada uno de los elementos posibilita el buen desempeño del sistema de transmisión, puesto que, al utilizar sensores y módulos adecuados, se garantizan que los datos transmitidos sean los correctos.

#### **Referencias**

- Athukorala, S., Weeraratne, S., Jayathilaka, D. 2016. Affordable real-time environment monitoring system for greenhouses. *Manufacturing & Industrial Engineering Symposium (MIES) Proceedings*. Colombo Sri Lanka. (60): 27-32.
- Augustin, A.; Clausen, T., Townsley, W. Yi, J. 2016. A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things. *Sensors*16 (100):14-66.
- Ávila, P. 2017. Evaluación del rango de transmisión de LoRa para redes de sensores inalámbricas con LoRaWAN en ambientes forestales. Tesis de la licenciatura. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. p.39-45.
- Barrero D. 2018. Aplicación de la tecnología LoRaWAN en la agricultura. Tesis de Licenciatura. Universidad de Huelva March. Sri Lanka, Colombia. p.2-5.
- Carreño, I. 2020. Cultivos de granjas de aguacate conectadas utilizan dispositivos LoRa. *LoRa para agricultura inteligente*. (65):48-55.
- CATSENSORS, B. 2019. Soluciones LoRa para agricultura inteligente. *Phigital*. Fusionando en dos mundos diferentes. (30):15-25.
- Ceballos, G. J.; Erazo, M., Palma, Ó., Karel, M., Rivas, D. 2015 Sistema de riego difuso aplicado al crecimiento de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) En condiciones de protección en Yucatán, México. *Revista internacional de redes de sensores distribuidos*. (39) 1-13.
- Cortes V.; Vargas F. 2020. Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y Monitoreo de variables ambientales mediante IoT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie poussepin. Tesis de Licenciatura. Universidad católica de Colombia. Bogotá. p.32-35
- Cosme A. J.; Lagos, A. M., Sánchez, R.F., Salgado G., Tapia V.V., Vega L. J., 2018, Implantación de una IPWAN para monitoreo de temperatura y humedad en un invernadero. Tesis de licenciatura Tecnológico Nacional de México en Celaya, México. p. 50.
- Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México, Estado de Oaxaca. INAFED 2010.
- INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Santa Lucía Monteverde, Oaxaca.
- MÁ López Martínez, 2015. Densidad y hábitat de los acridoideos (chapulines) en Santa María Roaló, Zaachila, Oaxaca, México. López Martínez, María de los Ángeles. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Oaxaca.
- SEMARNAT 2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El huerto familiar biointensivo Introducción al método de cultivo biointensivo, alternativa para cultivar más alimentos en poco espacio y mejorar el suelo, Bulevar Adolfo Ruiz Cortines 4209, Col. Jardines en la Montaña, Tlalpan, 14210, México, D.F.
- Salazar, J. y Silvestre S. 2014. Internet de las cosas. *Internet de las cosas volumen 7(60)*39-47.

# El Rol del Alumno y del Docente en un Ambiente de Modelación Matemática: Una Investigación Documental

Aldo David Moreno Habana<sup>1</sup>, Tomás Couoh Chan<sup>2</sup>

**Resumen**— El enfoque didáctico de modelación ha producido buenos resultados respecto al desarrollo de aprendizajes significativos. Sin embargo, para que dicho enfoque sea utilizado en cursos de matemáticas a nivel superior, se requiere cambiar roles de estudiantes y docentes. Este documento es producto de una investigación documental construida con fuentes actuales a nivel nacional e internacional que establece lineamientos didácticos al respecto. Dentro de los resultados, se tiene que el estudiante debe dejar un rol pasivo y receptivo, a uno activo y propositivo, caracterizado por el proceso de modelación. Por otro lado, el docente debe ser un guía del proceso de modelación, motivando la discusión grupal, el uso de diversas representaciones matemáticas, así como dosificar la cantidad y tipo de actividades según el desempeño del estudiante. Finalmente, se propone continuar con la difusión de lineamientos didácticos sobre modelación matemática, así como la capacitación del equipo docente en diversas instituciones de nivel superior.

**Palabras clave**—Modelación matemática, educación matemática, rol del docente, rol del alumno.

## Introducción

El enfoque tradicional de enseñanza de matemáticas que se ha estado usando desde hace algunos años, en el presente ya no da buenos resultados; principalmente porque el actual contexto socio-económico, laboral y tecnológico requiere de nuevas habilidades en los estudiantes, desde el nivel básico al nivel superior, así como con los egresados del último nivel mencionado.

Por lo anterior, diversas instituciones e investigadores han comenzado a proponer nuevos programas y enfoques educativos para el aprendizaje de las matemáticas. Por ejemplo, desde el año 2000 la Comisión Nacional de Profesores de Matemáticas de Estados Unidos (NCTM por sus siglas en inglés) promovía una renovación en los estándares de la educación matemática. Por otro lado, el informe PISA para 2006 busca el desarrollo de habilidades como "pensamiento y razonamiento, argumentación, comunicación, construcción de modelos, planteamiento y solución de problemas, representación, utilización de operaciones y lenguaje técnico, formal y simbólico, empleo de material y herramientas de apoyo" (Búa, Fernández y Salinas, 2016), habilidades en las que no se centran las estrategias de enseñanza aprendizaje principalmente.

En respuesta a la renovación planteada, desde los años 80 se ha empezado a desarrollar un nuevo enfoque de matemática educativa: el de modelación matemática. Este enfoque funda al aprendizaje desde "el proceso de construcción y uso de modelos matemáticos para la resolución de problemas de vida diaria y profesional" (Rodríguez y Quiroz, 2016a).

Actualmente, se está desarrollando en el Instituto Tecnológico de Chetumal un proyecto que busca la integración de un manual introductorio con el enfoque de modelación matemática, que tiene por objetivo servir de material de referencia para procesos de capacitación docente. De dicho proyecto se deriva el presente trabajo.

A lo largo de la construcción de dicho manual, se han definido 5 elementos interrelacionados dentro del contexto áulico; sépase, los recursos didácticos, el ambiente de aprendizaje, el rol docente, el rol del alumno y el proceso de evaluación. Así como también, se ha analizado lo referente al proceso de diseño de secuencias didácticas.

De dichas reflexiones, surgió el trabajo titulado "Lineamientos Didácticos para el Diseño de Planteamientos Problemáticos para Enseñanza de Matemáticas mediante Modelación", así como otro actualmente en elaboración que se centra en el ambiente de aprendizaje bajo el mismo enfoque. En congruencia con esta intención de continuar con la difusión, se elabora este documento con el siguiente objetivo:

Elaborar un compendio de lineamientos didácticos sobre el rol del docente y rol del estudiante dentro de actividades bajo un enfoque didáctico de modelación matemática, por medio de una investigación documental.

Cabe comentar que a lo largo de la investigación documental se revisó un total de 80 fuentes de referencia, publicadas por revistas arbitradas, memorias de congresos, tesis y libros editados por universidades, tanto a nivel nacional e internacional. Para su búsqueda, se utilizaron buscadores académicos como scielo, redalyc y dialnet, además de

<sup>1</sup> Guillermo Prieto Gómez MA es Profesor de Contaduría en la Universidad del Norte, Manila, Veracruz. [gpgomez@unorte.edu](mailto:gpgomez@unorte.edu) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Ing. Laura Luz Beltrán Morales es Profesora de Ingeniería Química en la Universidad Tecnológica Superior de Aguascalientes, México [lbeltran@tecnoac.mx](mailto:lbeltran@tecnoac.mx)

repositorios de diversas universidades; aplicando filtros de búsqueda en año (de 2015 al presente) y palabras clave y títulos (modelación).

### **Fundamentación Teórica**

Si bien existen diversos enfoques didácticos sobre la modelación matemática, todos ellos tienen puntos en común. En un inicio, todas parten de la dualidad entre las matemáticas y sus aplicaciones en otras áreas de conocimiento (Rodríguez y Quiroz, 2016b). Además, todas ellas buscan crear un sustento o conjunto de conocimientos que sirvan de guía para el favorecimiento del aprendizaje de la matemática en ambientes educativos.

Para poder comprender dichos lineamientos, es importante comenzar comprendiendo qué es la modelación matemática. La modelación matemática como enfoque didáctico propone el uso de situaciones abiertas para que el estudiante desarrolle conocimiento y habilidades alrededor de conceptos matemáticos para construir modelos del fenómeno de análisis. (Vargas et al, 2018)

Por otro lado, la modelación matemática vista como proceso se podría comprender como aquel “proceso cíclico consistente en la creación o uso de modelos matemáticos para la resolución de una problemática basada en fenómenos de naturaleza física o social relacionados con la realidad propia del quehacer profesional de los alumnos” (pag 93) (Rodríguez y Quiroz, 2016a).

Producto de lo anterior, se tendrá un modelo, el cual podría definirse como un conjunto de “ciertos objetos matemáticos, correspondientes a “elementos básicos” de la situación original o del modelo real, y de ciertas relaciones entre estos objetos, que corresponden con relaciones entre los “elementos básicos”. (Ares, Fernández y Salinas, 2015); y pueden ser representados mediante tablas, gráficas, expresiones algebraicas, etc. Los modelos se pueden compartir, manipular, modificar y reutilizar para describir, interpretar, construir, manipular, predecir o controlar sistemas matemáticamente significativos (Lesh, 2010). Son personales, porque reflejan la experiencia del estudiante o individuo al enfrentar situaciones y, por lo tanto, son posiblemente únicos. (Vargas et al, 2018).

Como se mencionó anteriormente, las investigaciones en modelación matemática permiten la delimitación de 5 elementos dentro de un ambiente áulico: recurso didáctico, rol docente, ambiente de aprendizaje, rol del estudiante, estrategias de evaluación. A continuación, se describirá brevemente cada uno.

Un recurso didáctico es aquella herramienta que sirve al docente para motivar, guiar y reforzar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En el caso de los enfoques de modelación matemática, el principal recurso son las actividades provocadoras de modelos, las cuales se pueden comprender como planteamientos problematizadores abiertos, pertenecientes a un contexto real y cercano para el estudiante, y que precisan la necesidad de analizar cierto fenómeno con el objetivo de resolver un problema o tomar una decisión. (Vargas et al, 2018). Dentro de sus características está el no limitar solo una vía de solución, así como una sola respuesta correcta; ya que, al mostrarse como problemas abiertos, permitirán el debate y evaluación de los diversos modelos que se desarrollen.

Relacionado con lo anterior, se encuentra el elemento del ambiente de aprendizaje, el cual se concibe como la cultura de aprendizaje establecida dentro del aula, entre los estudiantes y el docente. Este debe caracterizarse por promover el diálogo, uso del lenguaje matemático como herramienta para el intercambio de modelos y la búsqueda de la mejora continua de esos modelos. (Dede y Taspinar, 2021).

Otro elemento derivado de la aplicación del enfoque de modelación en ambientes académicos es el proceso de evaluación. Este se presenta como una extensión de la utilidad de los recursos didácticos, ya que estos permiten observar las competencias del estudiante al desarrollar su propio modelo y resolver la problemática; pudiéndose usar como diagnóstico, como evaluación continua o final.

### **Desarrollo**

Si bien los elementos descritos anteriormente son importantes, el centro del presente documento son el rol del docente y del alumno, de los cuales se expondrán algunos lineamientos didácticos a continuación.

En lo que respecta a los estudiantes, estos deben estar preparados para invertir tiempo y energía en la tarea de modelación. Si bien puede resultar obvio, el estudiante debe cooperar y estar dispuesto a comprometerse con las actividades propuestas por el docente. (Jankyist y Niss, 2018)

Para asegurar lo anterior, el estudiante requiere estar convencido y entender que su aprendizaje está dirigido para tomar decisiones, análisis de fenómenos y resolución de problemas. Para ello, es importante que posea experiencias previas con la modelación matemática; y que se persista a sí mismo dentro de ese proceso. Lo anterior afecta directamente a la percepción de eficacia como estudiante, su persistencia, la flexibilidad de su cognición y su tolerancia ante errores. (Hamilton et al, 2007)

En consecuencia, el estudiante debe liderar todo el proceso de modelación a lo largo del análisis del fenómeno o problema central de la actividad didáctica. Debe poseer la habilidad de sentirse propietario de la solución a través



del modelo matemático en el que se identifique y pueda construir ese conocimiento a través de una propuesta convincente a la solución global del problema.

Para asegurar lo anterior, debe existir claridad en la utilidad y aplicabilidad del contenido matemático a aprender en la situación de la vida real (Carreira y Blum, 2021). Por esto es necesario realizar actividades introductorias al estudiantes que aseguren la comprensión del fenómeno de la vida real y permitir su matematización progresiva; entendiendo esta última expresión como el proceso de traducción de datos y reglas no matemáticas a unas abstractas pertenecientes al conocimiento matemático.

El estudiante debe comprender que los enfoques para cada tipo problema son diferentes, por lo que debe enfocar su conocimiento a lo abstracto, integral y flexible, sin tender hacia la estandarización de modelos, pero sujetos a continua discusión. Por tanto, el estudiante necesita estar dispuesto a hacer suposiciones, para posteriormente ponerlas a prueba por medio de los objetos matemáticos, de tal forma que discrimine entre la información trascendente y la que no lo es para la modelación del fenómeno. Para lograr lo anterior, el ambiente de aprendizaje debe permitir al estudiante tomar un rol de descubridor y experimentador de propiedades del fenómeno a analizar, por medio del uso y exploración de objetos matemáticos. (Foster, Wake y Swan, 2014)

A su vez, dentro del proceso de exploración del modelo matemático, el alumno debe utilizar representaciones y símbolos matemáticos que conozca previamente (Manchester Metropolitan University, 2020); así como también debe desarrollar la capacidad de plantear preguntas y autoevaluar sus representaciones y modelos construidos. (Carreira y Blum, 2021).

Lo anterior, debe ser desarrollado dentro de un ambiente de aprendizaje que promueva el trabajo en equipo, por lo que también es deseable que el estudiante trabaje de manera colaborativa en cuanto a la aproximación al problema. Esto permitirá que él requiera organizar su comprensión y formalice sus aproximaciones con el fin de comunicarlas y revisarlas con sus pares. (Hamilton et al, 2007). Cabe mencionar que implícitamente en el trabajo en equipo, el estudiante deberá intercambiar entre un rol activo al compartir su trabajo con sus compañeros, y uno pasivo al escucharlos cuando ellos lo hagan. Además, al saber que deberá expresar su pensamiento con sus compañeros, se verá motivado para estructurar y reestructurar sus argumentaciones. (Manchester Metropolitan University, 2020)

Finalmente, el estudiante debe tener independencia en el trabajo colaborativo y considerar al docente con un facilitador del aprendizaje y a la vez, el asesor que lo ayuda en la expresión de las ideas. Ya no es útil que el estudiante considere que el docente es quien le indicará por completo cómo proceder en el proceso de análisis de problema de trabajo.

Lamentablemente, las características del rol del estudiante descritas anteriormente no son fáciles de encontrar en las aulas en el presente. Actualmente en el aula, los problemas son tratados y resueltos por el docente, causando que el estudiante no pueda entender la relación con los problemas reales. Para hacer que el estudiante sea más interactivo en la resolución de problemas reales, es necesario que el docente provoque un interés y compromiso en la modelación matemática. Para lo anterior, se recomienda establecer un contrato didáctico que promueva la confianza entre todos los participantes de la clase. (Carreira y Blum, 2021). Cabe mencionar que Dede y Taspinar (2021) exponen que las actitudes autoritarias no favorecen el trabajo de los estudiantes en las actividades de modelación.

Para facilitar lo anterior, las creencias y actitudes del docente son muy importantes. La suposición que tenga el docente sobre las habilidades y capacidades del estudiante afectan directamente el proceso de acompañamiento. Si el docente cree que el estudiante es capaz de dar sentido y analizar un fenómeno desde una perspectiva matemática, podrá guiar dicho proceso; mientras que, en el caso contrario, tenderá a creer que es su propia responsabilidad indicar el camino al estudiante, lo que relegará a este último a un papel pasivo (Schoenfeld, 2020).

Además de dichas creencias, los docentes requieren poseer un conjunto de técnicas para poder guiar correctamente a los estudiantes en el proceso de modelación, incluyendo habilidades matemáticas, y no matemáticas. (Dede y Taspinar, 2021). Por supuesto, el docente debe dominar las matemáticas que pretende que el estudiante aprenda, así como también requiere comprender los posibles errores y complicaciones que tendrá el estudiante a lo largo del proceso de aprendizaje (Schoenfeld, 2020).

Lo anterior está vinculado con otra característica que debe tener el docente: ser reflexivo. Esta habilidad consiste en la capacidad de analizar las causas y efectos involucrados en el proceso de aprendizaje de las matemáticas, guiándose en dicho proceso por medio de preguntas como: ¿Qué actividades ayudan a los estudiantes a comprender un concepto matemático?, ¿Cómo afecta el desempeño docente al proceso de aprendizaje del estudiante?, ¿Cómo utilizar las distintas representaciones matemáticas en pro del desarrollo del aprendizaje de los estudiantes?, entre otras (Schoenfeld, 2017).

Si bien dichas preguntas podrían comenzar a surgir desde momentos previos a la instrucción como tal, el docente debe manejarlas concientemente durante las fases de las sesiones de clase, tanto durante el trabajo individual como el trabajo en equipo de los estudiantes. El docente debe monitorear constantemente el trabajo de los estudiantes buscando comprender de forma anticipada el proceso de aprendizaje que se está desarrollando, y así fortalecerlo por

medio de la generación de discusiones grupales en torno a fortalezas y debilidades de los modelos desarrollados. (Evans, Mullins y Waring (2014).

Para asegurar la exploración de la comprensión de los estudiantes, así como descubrir los problemas de comprensión en los estudiantes, el docente debe ser capaz de manejar diferentes representaciones matemáticas (Jankyist y Niss, 2018), además del proceso de modelación per se. Diversas investigaciones han encontrado que en la medida en la que los docentes tengan experiencias con los procesos de modelación, serán más capaces de dar seguimiento a los procesos de los estudiantes. (English, Lesh y Fennewald, 2008).

En palabras de Dede y Taspinar (2021), el docente es considerado como un consejero y guía quien, por medio de preguntas, dirige a los estudiantes para que expresen sus propias ideas. Es responsabilidad de él cuidar el equilibrio entre una guía excesiva que convierta el proceso en una instrucción, y el extremo de una guía tan laxa que permita que el estudiante se pierda en los objetivos del proceso de modelación. Dicha guía se puede ofrecer por medio del planteamiento de preguntas reflexivas, sin intervenir en los procedimientos específicos que él hubiera utilizado (Escalante, Reyes y Vargas, 2016). Cabe comentar que lo anterior también implica que el docente debe saber cómo dar libertad de exploración a los estudiantes, sin comprometer el alcance de objetivos didácticos por falta de tiempo.

Además, otra manera en la que el docente puede dar guía al proceso de aprendizaje es la promoción de la autoevaluación, lo cual se puede lograr solitando la justificación de los modelos, interpretación de los resultados obtenidos del modelo, así como también medir la aplicabilidad y movilidad del modelo desarrollado en otros contextos, entre otros. (Ärlebäck y Doerr, 2014)

Si bien se dijo anteriormente que el docente debe exponer preguntas a los estudiantes para guiar, revisar y evaluar el proceso de aprendizaje, muchas veces no se piensa que esta tarea comienza desde antes de la sesión. Dentro del enfoque didáctico de modelación matemática, parte del rol del docente es analizar e identificar contextos no matemáticos que puedan ser utilizados dentro del proceso de enseñanza aprendizaje futura (Delmas, Doerr y Makar, 2018). De nuevo, en la medida que el docente tenga experiencias en modelación matemática, será capaz de lograr lo anterior. (Dede y Taspinar, 2021)

Por último, es deseable que se promueva el aspecto investigador dentro del rol del docente. Así como se busca que el estudiante deje su papel pasivo respecto al contenido del curso y tome uno activo respecto a su principal responsabilidad que es el aprendizaje; se debe promover que el docente tome un papel activo respecto a la promoción de los aprendizajes. Lo anterior implica no solo que el docente sea capaz de ejecutar estrategias o herramientas didácticas puntuales, sino que pueda evaluarlas y mejorarlas por medio del análisis continuo. La investigación se hace parte del rol docente dentro del enfoque de modelación, ya que por medio de ella, el docente podrá mantener la calidad del proceso didáctico (Jankyist y Niss, 2018). O dicho en otras palabras, se debe comenzar a transitar de una enseñanza basada en experiencias a una basada en evidencias y resultados de investigación.

## Comentarios Finales

### *Conclusiones*

Cada vez es más difícil negar que la educación matemática requiere una readaptación al contexto educativo, social, tecnológico y profesional que nos rodea; y el enfoque de modelación matemática es una perspectiva prometedora que cada vez presenta mejores resultados.

Si bien existen muchas investigaciones que han ayudado a construir la base teórica en la que descansa el enfoque didáctico de modelación matemática, hace mucha falta esfuerzos por asegurar que esta información sea accesible al docente típico de esta área. Este documento es ejemplo de esos esfuerzos, traduciendo los productos de dichas investigaciones en lineamientos didácticos que el docente puede tomar en cuenta dentro de su desempeño docente.

En este documento, se caracterizaron los roles del estudiante y el docente dentro del enfoque didáctico de modelación matemática. Se resalta que estos roles son muy diferentes a los que estaban implícitos en el enfoque tradicional de enseñanza de las matemáticas. Uno de los principales retos es el de transformar a un docente instructor y expositor, en uno facilitador; y otro reto importante es el de cambiar al estudiante de un rol pasivo a uno proactivo.

### *Recomendaciones*

En el Instituto Tecnológico de Chetumal, así como probablemente en otros institutos y escuelas, se requiere comenzar a desarrollar proyectos de capacitación docente que ayuden a los docentes a implementar el enfoque didáctico de modelación matemática; ya que de esta forma se podrá favorecer el aprendizaje de la matemática cercano al futuro quehacer profesional de los estudiantes.



## Referencias

- Ares B., Fernández T., Salinas M. (2015) Una modelización matemática como medio de detección de obstáculos y dificultades de los alumnos sobre el concepto de función: alargamiento de un muelle sometido a un peso. *Educación matemática* Vol. 27 Núm. 1 Pág. 91-122
- Ärlebäck, J. B., & Doerr, H. M. (2014). Preserving students' independence by encouraging students' self-evaluation. In H. Silfverberg, T. Kärki, & M. Hannula (Eds.), *Nordic research in mathematics education – Proceedings of NORMA14* (pp. 257–266). Turku, Finland: The Finnish Research Association for Subject Didactics.
- Búa Ares, J. Benito, Fernández Blanco, M<sup>a</sup> Teresa, & Salinas Portugal, M<sup>a</sup> Jesús. (2016). Competencia matemática de los alumnos en el contexto de una modelización: aceite y agua. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(2), 135-164. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1921>
- Carreira, S., & Blum, W. (2021). Modelação matemática no ensino e aprendizagem da matemática: Parte 1. *Quadrante*, 30(1), 1–7. <https://doi.org/10.48489/quadrante.24926>
- DEDE Y., TAŞPINAR Z. (2021) Mathematical modeling from the eyes of preservice teachers. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Vol 24 (2): 121 - 150. DOI: 10.12802/relime.21.2421
- Delmas, R.; Doerr, H.M.; Makar, K. (2017) A modeling approach to the development of students' informal inferential reasoning. *Stat. Educ. Res. J.* Vol. 16, 86–115. Tomado de [https://www.researchgate.net/publication/321888651\\_A\\_modeling\\_approach\\_to\\_the\\_development\\_of\\_students'\\_informal\\_inferential\\_reasoning1](https://www.researchgate.net/publication/321888651_A_modeling_approach_to_the_development_of_students'_informal_inferential_reasoning1)
- English L., Lesh R. y Fennewald T. (2008) Methodologies for investigating relationships between concept development and the development of problem solving abilities. In: 11th International Congress on Mathematical Education, 6-13 July 2008, Monterrey, Mexico. (Unpublished)
- Escalante C, Reyes A. y Vargas V. (2016) Ciclos de entendimiento de los conceptos de función y variación. *Educación matemática* Vol. 28 Núm. 2 Pág. 59-83.
- Foster, C., Wake, G., & Swan, M. (2014). Mathematical knowledge for teaching problem solving: Lessons from lesson study. In S. Oesterle, P. Liljedahl, C. Nicol & D. Allan (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA 36* (Vol. 3, pp. 97–104). Vancouver: PME.
- Hamilton E., Lesh R., Lester F., Yoon C. (2007). The Use of Reflection Tools to Build Personal Models of Problem-Solving. En *Foundations for the Future in Mathematics Education*. 1st Edition. Ed. Routledge
- Jankvist, U.T.; Niss, M. (2018). Counteracting Destructive Student Misconceptions of Mathematics. *Educ. Sci.* 8, 53. <https://doi.org/10.3390/educsci8020053>
- Rodríguez Gallegos, Ruth, & Quiroz Rivera, Samantha (2016a). El rol de la experimentación en la modelación matemática. *Educación Matemática*, 28(3),91-144.[fecha de Consulta 4 de Abril de 2022]. ISSN: 0187-8298. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40548562004>
- Rodríguez Gallegos, Ruth, & Quiroz Rivera, Samantha (2016b). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 19(1),99-124.[fecha de Consulta 4 de Abril de 2022]. ISSN: 1665-2436. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33544735005>
- Schoenfeld A (2017). Teaching for Robust Understanding of Essential Mathematics. En McDougal T (Ed) *Essential mathematics for the next generation* (1<sup>a</sup> Ed, pag 104-128). Tokio Gakuyei University Press.
- Schoenfeld, A.H. (2020). Reframing teacher knowledge: a research and development agenda. *ZDM Mathematics Education* 52 (359–376). <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01057-5>
- Sheila Evans, Nicola Mullins and Lucy Waring (2014). The Role of Sample Pupil Responses in Problem-Solving lessons: Perspectives from a Design Researcher and Two Teachers. En Pope, S. (Ed.) *Proceedings of the 8th British Congress of Mathematics Education*. Available at [www.bsrlm.org.uk](http://www.bsrlm.org.uk)
- Vargas Alejo, Verónica, Escalante, César Cristóbal, & Carmona, Guadalupe. (2018). Competencias Matemáticas a través de la implementación de actividades provocadoras de modelos. *Educación matemática*, 30(1), 213-236. Epub 07 de febrero de 2022. <https://doi.org/10.24844/em3001.08>

## Notas Biográficas

El MEM. **Aldo David Moreno Habana** es profesor del Instituto Tecnológico de Chetumal, de la Universidad Pedagógica Nacional y de la Universidad de Quintana Roo; y posee dos grados de maestría, una en Educación y otra en Enseñanza de las Matemáticas.

El M.A. **Tomas Couoh Chan** es profesor del Instituto Tecnológico de Chetumal en el área de Ciencias Básicas, posee la Especialización Informática, la Especialización en Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, y una Maestría en Administración.

# Análisis de Utilización de Medios y Servicios Digitales para Promoción y Publicidad en las PYMES de la Ciudad de Chetumal

C. Viridiana Loery Nava Che<sup>1</sup>, Lic. José Manuel Meneses Domingo<sup>2</sup>,

**Resumen**— En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en los restaurantes de Chetumal, en el que su objetivo es efectuar la importancia de emplear e invertir en los medios digitales para su crecimiento de cualquier PYMES específicamente en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

Toda empresa siendo pequeña o mediana con poco presupuesto tienen que conocer la importancia de utilizar los instrumentos tradicionales del marketing en combinación con aquellas herramientas de marketing digital y saber emplearlas, que sepan que pueden ejecutar ciertas estrategias como medio publicitario.

El marketing digital se ha convertido en una herramienta insustituible y eficaz en todo tipo de empresa, debido a las nuevas implementaciones y modificaciones tecnológicas.

**Palabras clave**—marketing digital, marketing tradicional, pymes, medios digitales, estrategias.

## Introducción

El presente artículo se refiere al tema de Análisis de Utilización de Medios y Servicios Digitales para Promoción y Publicidad en las PYMES de la Ciudad de Chetumal.

(Orsi, 2012) muchas empresas piensan que el marketing en internet solo implica a aquellas empresas que se dedican al comercio electrónico “e-commerce” o cuentan con una oferta de productos o servicios susceptibles de venderse por internet.

Debemos tener en cuenta de que cada vez hay más personas que invierte tiempo en el internet, donde utilizan dicho medio como la única fuente de información global.

Así, los buscadores web están sustituyendo a las tradicionales paginas amarillistas en papel, en forma que, si no tenemos presencia en la red, es como si no existiéramos para una gran mayoría de personas. El internet nos brinda una estupenda oportunidad a la hora de conseguir potenciales clientes, independientemente del tipo de negocio que dispongamos, por tal razón debemos exprimir las, aprovecharlas al máximo.

En la actualidad, mucha gente ya conoce de este concepto, en la Ciudad de Chetumal, Quintana Roo existen empresas que usan el marketing digital como estrategias de comunicación y distribución de la oferta comercial de un negocio.

Sin embargo, hay un cierto porcentaje que aún no tienen conocimiento previo a ello y que no optan por saber de qué trata o de qué manera pueden aprovecharlas y como consecuencia es que en sus negocios llegan a fracasar, por el simple hecho de no ponerlo en práctica, emplearlas para su crecimiento de su negocio.

Estos medios se han convertido en una poderosa herramienta

El objetivo general de este artículo es analizar la importancia de tener ciertos medios digitales para el crecimiento de cualquier PYMES de la ciudad de Chetumal, de mismo modo delinear una estrategia email marketing que haga impacto a las ventas en ellas.

De acuerdo con la (Federación, 2021) las micro, pequeñas y medianas empresas son un elemento fundamental para el desarrollo económico de los países, tanto por su contribución al empleo, como por su aportación al Producto Interno Bruto, constituyendo, en el caso de México, más del 99% del total de las unidades económicas del país, representando alrededor del 52% del Producto Interno Bruto y contribuyendo a generar más del 70% de los empleos formales.

## Descripción del Método

La metodología que se empleo para la investigación del presente objeto de estudio fue de predominio de metodología cualitativa, pero, enriquecida con practicas del modelo cuantitativo con el uso de cuestionarios realizados de forma virtual a empresarios de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

<sup>1</sup> Viridiana Loery Nava Che es egresada de la carrera Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico de Chetumal [L17390151@chetumal.tecnm.mx](mailto:L17390151@chetumal.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Lic. José Manuel Meneses Domingo es Profesor del departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Chetumal, México. [jose.md@chetumal.tecnm.mx](mailto:jose.md@chetumal.tecnm.mx)

La metodología se realizó a dos momentos, la primera, a través de la realización de estos cuestionarios y la segunda a través de la revisión de la literatura para identificar las mejores prácticas en materia de publicidad realizada por parte de las micro, pequeñas y medianas empresas.

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

Una de las dificultades para realizar esta investigación fue que se realizó en el segundo semestre del año 2021 en pleno auge de la pandemia de COVID-19 por lo que, fue una situación complicada en realizar los cuestionarios de manera presencial de tal modo que se optó por la modalidad virtual a empresarios para determinar el objeto de la investigación. Se presentaron fallos técnicos, como, la conexión a internet, si se tenía alguna imagen adjunta no se visualizaba ante la persona debido a su baja señal de internet.

Estamos de acuerdo que las entrevistas y/o cuestionarios cara a cara o bien, personales, nos permiten a ambas partes conectar y fluir de una manera más natural. Sin embargo, a través de una entrevista y/o cuestionario una entrevista online no nos permite expresarnos de la misma manera, somos menos neutrales y quizás el candidato, conteste solo por contestar y no alterne alguna duda presentada.

## **Comentarios Finales**

### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo la metodología que se empleó fue mixta, es decir, cualitativa y cuantitativa. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta. Se mencionan cinco análisis de preguntas relevantes.

1. ¿Cuenta con alguna tecnología de la información para apoyarlo en alguna tarea de la administración de su negocio?

Sabemos que la incorporación de las TIC en las empresas es vista como un factor que incrementa su competitividad a través de la productividad, eficiencia y mayor retorno de las inversiones, se puede observar que en las pymes de la ciudad de Chetumal el 84% cuenta con alguna tecnología de la información mismo, que los ayudan en la administración de su negocio, mientras que se refleja un 16% de pymes que aún no cuentan con ellas.

2. ¿Qué tipo de TICs utiliza su empresa las siguientes tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC)?

De acuerdo con los resultados se puede notar que el 56% emplean ordenador de sobremesa, ordenador portátil, smartphone, notebook y se arroja el 37% de pymes que usan un teléfono móvil para su uso empresarial, cabe mencionar que están aceptando los cambios y tienen que encontrar la manera de sobrelivir.

3. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación relacionada con el uso de las tecnologías?

Se observa un mayor porcentaje de que las personas si han recibido alguna capacitación sobre el uso de las tecnologías. Los avances tecnológicos pueden ser una oportunidad lucrativa, especialmente para las pymes.

4. ¿En qué proceso de su negocio piensa usted que requiere mayor uso de tecnologías?

Teniendo los resultados se puede analizar que, para los dueños de las pymes, piensa que requieren de uso de tecnologías en las ventas.

La tecnología es una gran herramienta no solo para aumentar las ventas, sino también para mejorar el servicio al cliente y el seguimiento, por lo que los departamentos de ventas y servicio al cliente deben adoptar la tecnología, la información y la comunicación que mejor se adapte a sus objetivos y necesidades. Si no lo hace, se mantendrá por detrás de la competencia. La tecnología en los negocios es una necesidad creciente.

5. ¿Tiene acceso a internet dentro de su negocio?

Tenemos muy en claro que actualmente se depende del internet para realizar nuestras tareas diarias: desde usuarios comunes hasta grandes corporaciones. El internet se ha convertido en una herramienta fundamental para el trabajo de las empresas.

### *Conclusiones*

Los resultados demuestran que se debe tener en cuenta que por más de que el producto sea bueno, es muy difícil de que se venda por sí solo. Por lo tanto, la publicidad y la promoción son imprescindibles.

Se puede notar que la publicidad está dominando por completo los medios que se utiliza, anteriormente se utilizaba mucho para observarla en medios tradicionales como en la televisión, radio y periódicos, pero hoy se ha presentado en las redes sociales. Las empresas han hecho de las redes sociales un elemento clave de su medio publicitario, gracias a la constante proximidad que mantienen con la mayoría de los consumidores finales.

El uso de las redes sociales ha aumentado en los últimos 15 años, actualmente se encuentra creciendo exponencialmente gracias a la pandemia y al uso de teléfonos inteligentes, entre ellas podemos mencionar; Instagram, Facebook, Twitter, YouTube, TikTok, Snapchat, entre otras.

La mayoría de las pymes aplican las ineficaces formas de publicidad porque no tienen un objetivo o estrategia bien definida para él y se conforman con hacer un simple volante.

La falta de conocimiento y la inversión en tecnología es una barrera que impide que las empresas medianas se comercialicen en medios web, ya que la mayoría no tiene un sitio web o correo electrónico y no ve la necesidad de publicidad en Internet.

Observando y analizando los resultados, la mayoría no se toman en serio este tipo de publicidad y prefieren seguir creando gráficos ocasionales sin un plan publicitario definido y sin estudiar los resultados obtenidos para cada comunicación.

Los medios digitales son una gran oportunidad de inversión. Las empresas tienen que desarrollar y adaptar sus páginas de empresa, lo que generará un volumen de negocio muy importante y seguirá creciendo en los próximos años.

Sabemos que el Internet aporta cada vez más ventajas para la interacción del usuario y mejora de los canales de comunicación. Como resultado, las PYMES están aprovechando estos avances para empoderarse y darse a conocer a través de los medios digitales empresariales.

#### *Recomendaciones*

Podríamos sugerir que hay un abundante campo todavía por explorarse en lo que se refiere a la utilización de medios y servicios digitales para la promoción y publicidad en las PYMES de la ciudad de Chetumal se incluye actividades que se deben hacer en el futuro; tomar notas, este es un método común y fácil de utilizarlo, para registrar observaciones que se vayan viendo día con día. De igual manera, encuestas offline. La encuesta, nos favorece puesto que permite obtener información de los sujetos del estudio. Entrevistas, es la técnica que nos va a permitir obtener respuestas verbales sobre el problema planteado a investigar.

Gestionar un restaurante es importante y a la vez complejo, planear, dirigir y gestionar todos los aspectos del negocio, aunque se convierta en un experto y se ha dedicado por muchos años, sigue siendo complicado. Tomar decisiones correctas a veces no es fácil, por lo que necesita ajenas a su empresa que sean expertos en el campo para brindarle un asesoramiento confiable.

Es muy importante realizar un plan de marketing del restaurante, ya que en todo momento se deben controlar los costes, el personal, la publicidad y el marketing.

Hoy en día, en los restaurantes, el marketing es tan importante como la buena calidad de los alimentos y servicios.

El marketing es una estrategia publicitaria que debe promoverse en la ciudad de Chetumal, debe seguirse el ejemplo de otras ciudades o inclusive países y de igual forma ser más creativos para poder promocionar lo que son los productos y servicios brindados de una empresa a través del medio de publicidad web, específicamente del marketing viral.

Es importante renovar el recurso gráfico para pasar de una imagen estática a hacer algo creativo y animado, si es una ilustración entonces el final es importante, todo depende de lo que se quiera transmitir y del medio. Cuando se trata de publicidad en redes sociales, el mensaje debe transmitirse de la manera más clara y llamar la atención, si se habla en nombre de una marca, se debe tener cuidado para no perder sus contornos gráficos e imágenes corporativas.

Se recomienda al encargado de contenidos lo siguiente:

- Verifique continuamente las interacciones de los usuarios con sitios de redes sociales
- Responda con prontitud a cualquier pregunta, comentario o inquietud que puedan presentar los suscriptores o usuarios.
- Debe actualizar constante el contenido de los sitios web y redes sociales.

## I. REFERENCIAS

- Federación, D. O. (16 de 11 de 2021). *Microsoft Word*. Obtenido de [https://www.economia.gob.mx/files/marco\\_normativo/A539.pdf](https://www.economia.gob.mx/files/marco_normativo/A539.pdf)  
Orsi. (20 de 07 de 2012). *Junta de Castilla y León*. Obtenido de <https://www.jcyl.es/>

## Notas Biográficas

El Lic. **José Manuel Meneses Domingo**, es profesor del departamento de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Chetumal.

La **C. Viridiana Loery Nava Che**, es egresada del Instituto Tecnológico de Chetumal de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.

## Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

- 1.- ¿Cuenta con alguna tecnología de la información para apoyarlo en alguna tarea de la administración de su negocio?
- 2.- ¿Qué tipo de Tics utiliza su empresa las siguientes tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC)?
- 3.- ¿Con qué frecuencia las utilizas?
- 4.- ¿Emplea su empresa algún especialista en TIC?
- 5.- ¿Ha recibido algún tipo de capacitación relacionada con el uso de las tecnologías?
- 6.- ¿En qué proceso de su negocio piensa usted que requiere mayor uso de tecnología?
- 7.- ¿Tiene acceso a internet dentro de su negocio?
- 8.- ¿Conoce usted las (Ventajas) del uso de internet o alguna otra tecnología en su giro?
- 9.- ¿Como consideras el uso de la tecnología haciendo referencia al “internet”?
- 10.- ¿Cuenta su empresa con un sitio web?
- 11.- Si tu respuesta fue NO, responde esta pregunta: ¿estás dispuesto a usar?
- 12.- Si cuentas con un sitio web, contesta lo siguiente. ¿Cuál es el propósito de su sitio web?
- 13.- ¿Su pyme ha utilizado medios como sitio web o email, para llevar a cabo labores de marketing como promoción y publicidad?
- 14.- Si tu respuesta fue el inciso C, ¿Cuánto está dispuesto a pagar?
- 15.- ¿Qué resultados espera tener?
- 16.- ¿Utiliza su empresa alguno de los siguientes medios sociales?
- 17.- ¿Qué redes sociales tiene su negocio? (seleccionar más de una si es el caso)
- 18.- Usted maneja las redes sociales de su negocio?
- 19.- ¿Cada cuando hacen publicaciones en sus redes sociales?
- 20.- ¿Qué tipo de material preparan para postear en sus redes sociales?
- 21.- ¿Usted mismo prepara su material digital?
- 22.- ¿Paga por hacer publicidad en sus publicaciones que suben a su red social?
- 23.- ¿Si su respuesta fue sí, cada cuanto paga?
- 24.- ¿Tienen un presupuesto al año para publicidad en línea?
- 25.- ¿A cuánto haciende su presupuesto?
- 26.- ¿Cuántos likes tienen sus publicaciones en promedio?
- 27.- ¿En caso de Análisis de utilización de medios y servicios digitales para promoción y publicidad en las PYMES de la ciudad de Chetumal que no estén pagando, considerarían pagar algunos anuncios por redes sociales?
- 28.- ¿En qué redes sociales publicarían sus anuncios?
- 29.- ¿Cree que tiene una audiencia correcta?
- 30.- ¿Sabes lo que es un medio digital?
- 31.- ¿Cuál es su opinión sobre la nueva era digital?

## Análisis de Generadores Termoeléctricos con MATLAB

Ing. Baltazar Ocampo Flores<sup>1</sup>, Dr. Miguel Ángel Olivares Robles<sup>2</sup>,  
M en C Olao Yair Enciso Montes de Oca<sup>3</sup>

**Resumen**—En este trabajo se propone la creación de un entorno digital en MATLAB, para el análisis de generadores termoeléctricos segmentados que son alimentados por energía variable. Con este propósito nos basamos en un trabajo publicado recientemente por Ruiz-Ortega et al., reproduciendo los resultados de ese trabajo. Sin embargo, el software propuesto muestra una utilidad práctica, debido a que diferentes parámetros pueden ser elegidos y así obtener el desempeño del generador termoeléctrico bajo diferentes condiciones de operación, es decir, con diferentes materiales, parámetros geométricos, y con temperatura variable. Los resultados muestran gráficamente el desempeño del generador termoeléctrico a través de una interfaz amigable con el usuario usando MATLAB.

**Palabras clave**—Generador termoeléctrico, Interfaz de MATLAB, Temperatura variable, Termoelementos segmentados.

### Introducción

Para el desarrollo de dispositivo termoeléctricos, es necesario llevar a cabo un análisis previo para evaluar su eficiencia, durabilidad y rentabilidad en el mercado. Comúnmente, con la adquisición de un módulo termoeléctrico (TEM) se proporciona una hoja de datos que brinda información sobre el rendimiento, diseño y condiciones de operación. Aunque dichos datos difieren a los obtenidos en la vida real, porque es imposible trabajar en condiciones ideales, son de gran utilidad para llevar a cabo análisis experimentales y comparar resultados. Por lo tanto, los métodos numéricos son una gran herramienta que contribuye en la evaluación y determinación de los parámetros óptimos de operación del sistema.

Un TEM está constituido comúnmente de diversos pares de semiconductores tipo p y n conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo. Los electrodos que conectan a los elementos tipo p y n, añaden una resistencia de contacto eléctrico y una resistencia térmica, así como otras uniones o adhesivos. Por lo general, los sustratos cerámicos proporcionan aislamiento eléctrico y soporte mecánico. Al usar generadores termoeléctricos (TEGs), las caras exteriores de las cerámicas se encuentran expuestas a dos medios con temperaturas diferentes, una mayor que la otra, y por el lado de menor temperatura la exposición de la cerámica tiene una superficie mayor en contacto.

Los efectos termoeléctricos involucrados en la conversión de energía calorífica a eléctrica, y viceversa, son: el efecto Seebeck, Peltier, Thomson y Joule (Champier, 2017). Los TEGs proporcionan diversas ventajas frente a otros sistemas de generación de energía, por ejemplo, son libres de emisiones de gases contaminantes, tienen una larga vida útil, son muy silenciosos durante su operación, poseen una estructura simple, no requieren de mantenimiento y han sido utilizados como cosechadores de calor residual de centrales eléctricas (Li, Shittu, M.O., & Yu, 2018). Por lo tanto, la mayor parte de la nueva investigación se centra en mejorar la eficiencia de TEG para alcanzar una alta conversión de energía. Para mejorar la eficiencia de conversión de energía de los TEGs, es necesario utilizar nuevas técnicas enfocadas en optimizar el diseño de los dispositivos o el desarrollo de nuevos materiales semiconductores para contribuir al aumento del valor de su figura de mérito. La optimización de la geometría para los termoelementos de un generador termoeléctrico ha sido analizada previamente por Ma et al., quienes proponen un generador con espesor minimizado para una máxima potencia de salida (Ma, Fang, & Zhang, 2017).

Crane estudió las diferencias entre el comportamiento de un TEG en estado estacionario y modelos transitorios en un entorno MATLAB/Simulink donde los dispositivos y sistemas modelados se optimizaron de acuerdo con una optimización multiparamétrica avanzada técnica (Crane, 2011). Por otro lado, Mahmoudinezhad et al. estudiaron el rendimiento de un STEG con grafito autoadhesivo lámina unida a la superficie caliente, bajo radiación solar variable a altas temperaturas de funcionamiento utilizando una simulación numérica por el método del volumen finito

<sup>1</sup> El Ing. Baltazar Ocampo Flores es actualmente estudiante de maestría en Ingeniería en Sistemas Energéticos en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán (ESIME Culhuacán) Instituto Politécnico Nacional (IPN) baltazar.oaf@gmail.com

<sup>2</sup> El Dr. Miguel Ángel Olivares Robles recibió el grado de Maestro en Ciencias en Física y el Grado de Doctor en Ciencias en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Iztapalapa), actualmente es Profesor Investigador Titular, definitivo y de tiempo completo en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Culhuacán del IPN olivares@ipn.mx

<sup>3</sup> El M en C Olao Yair Enciso Montes de Oca es actualmente estudiante de Doctorado en Nanociencias y Micro-Nanotecnologías en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, oencisom1800@alumno.ipn.mx



(Mahmoudinezhad & Rosendahl, 2019). Los resultados mostraron que el absorbente de grafito tuvo un efecto en la generación de energía por la mejora de la radiación absorbida. Un trabajo de investigación realizado por Samson et al., analizaron un generador termoelectrico asimétrico segmentado (SASTEG) en condiciones transitorias. Los resultados mostraron que, mediante el uso de un termoelemento asimétrico, el estrés térmico se redujo en un 39.21% en comparación con la geometría simétrica del termoelemento (Samson, y otros, 2019).

En el trabajo de Ruiz-Ortega et. al. se desarrolla un análisis numérico basado en el método de diferencias finitas para estudiar las características transitorias de un generador termoelectrico segmentado (STEG). Por ejemplo, perfiles de temperatura espacial, salida de voltaje y eficiencia se evalúan para determinar un diseño optimo del dispositivo (Ruiz-Ortega, Olivares-Robles, & Enciso-Montes de Oca, 2019).

## Descripción del Método

### Modelo del generador termoelectrico segmentado

El modelo propuesto del STEG se muestra en la Figura 1, donde  $A$  es el área de sección transversal,  $L_1$  y  $L_2$  son las longitudes del primer y segundo segmento, respectivamente,  $L = L_1 + L_2$  es la longitud total. Por otra parte,  $T_c$ ,  $T_h$  y  $T_m$  son las temperaturas en el lado frío, en lado caliente y en la unión de los dos segmentos, respectivamente. Las soluciones numéricas para los perfiles de temperatura espaciales, la potencia de salida y la eficiencia se llevan a cabo teniendo en cuenta el calor variable pulsos de entrada cuando el STEG está expuesto a dos fuentes de temperatura.

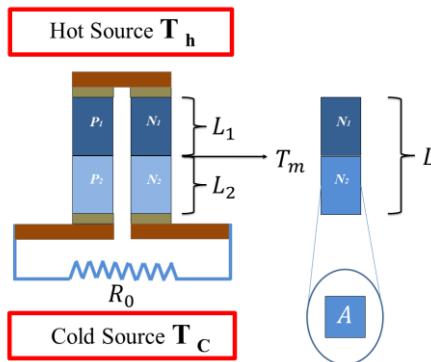


Figura 1. Modelo de generador termoelectrico segmentado (STEG)

### Modelo numérico

El balance de energía de los termoelementos (tipo p y tipo n), para un STEG, tomando en cuenta una transferencia de calor unidimensional en estado transitorio, viene dado por:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\rho_{1,2} I^2}{\kappa_{1,2} A^2} = \frac{D_{1,2} C_{p1,p2}}{\kappa_{1,2}} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

donde  $C_p$  es la capacidad calorífica específica,  $D$  es la densidad,  $t$  es el tiempo,  $T$  es la temperatura. Por otra parte,  $\rho, I, A$  y  $x$  son la resistividad eléctrica, la corriente eléctrica que fluye en un circuito cerrado, el área de sección transversal de los semiconductores y la coordenada espacial, respectivamente. Los subíndices determinan el tipo de material, donde 1 es para el  $CoSb_3$  y 2 es para el  $Bi_2Te_3$ .

La ecuación (2) representa el balance energético para  $CoSb_3$  y  $Bi_2Te_3$  en la interfaz y la ecuación (3) representa el balance energético del lado frío, expuesto a convección natural, y se expresan como sigue:

$$\frac{\Delta x A D_1 C_{p1} + \Delta x A D_2 C_{p2}}{2} \frac{\partial T}{\partial t} = -\alpha_1 T I + \kappa_1 A \frac{\partial T}{\partial x} + \alpha_2 T I - \kappa_2 A \frac{\partial T}{\partial x} \quad (2)$$

$$\frac{\Delta x A D_2 C_{p2}}{2} \frac{\partial T}{\partial t} = -\alpha_2 T I + \kappa_2 A \frac{\partial T}{\partial x} + h A (T - T_a) \quad (3)$$

donde  $h = 2.5 \frac{W}{mK}$  es el coeficiente de convección natural y  $T_a$  es la temperatura ambiente.

### Condiciones iniciales

Las condiciones iniciales en la superficie inferior y superior del termoelemento son las siguientes:

$$T_h(t, L) = T_h(t, 0) = 388K \quad T_c(0, L) = 298K \quad (4)$$

El método de diferencias finitas implícito se ha utilizado para resolver las ecuaciones diferenciales, ya que, este método es estable y más preciso que otros métodos (Chapra & Canale, 2007). Los diferentes perfiles de temperatura en estado transitorio, se obtienen mediante la aplicación del método de diferencias finitas a las ecuaciones de balance energético, tal y como lo demuestran Ruiz-Ortega et al. (Ruiz-Ortega, Olivares-Robles, & Enciso-Montes de Oca, 2019).

### Ecuaciones de desempeño eléctrico

En modo de circuito cerrado, el voltaje de salida generado está dado por:

$$V_{cc} = V_{oc} - IR \quad (5)$$

Donde  $V_{oc}$  es el voltaje del circuito abierto y puede ser determinado por la siguiente ecuación:

$$V_{oc} = T_0 \alpha_E - T_L \alpha_E \quad (6)$$

El coeficiente efectivo de Seebeck para un material semiconductor segmentado es calculado y definido por la ecuación como sigue:

$$\alpha_E = \alpha_1 \frac{T_0 - T_{\frac{N}{2}+1}}{T_h - T_c} + \alpha_2 \frac{T_{\frac{N}{2}+1} - T_{N+1} - T_{N+1}}{T_h - T_c} \quad (7)$$

Donde  $T_0$ ,  $T_{\frac{N}{2}+1}$  y  $T_{N+1}$  son la temperatura constante del lado caliente, la temperatura a través del tiempo de la interfaz y la temperatura del lado frío a través del tiempo, respectivamente.

La resistencia eléctrica del STEG está dada por:

$$R = \frac{\rho_1 L}{A} + \frac{\rho_2 L}{A} \quad (8)$$

Para una carga resistiva  $R_0 = 1.5 \Omega$  la corriente eléctrica se determina mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{V_{oc}}{R_0 + R} \quad (9)$$

En un dispositivo termoelectrico de generación, la eficiencia está dada por,

$$\eta = \frac{W}{Q_h} = \frac{I(\alpha_E \Delta T - IR)}{K_{th} \Delta T + \alpha_E I T_h - \frac{1}{2} I^2 R} \quad (10)$$

Donde  $W$  es la potencia del sistema TEG,  $Q_h$  es el flujo de calor de la fuente y  $K_{th} = \frac{\kappa A}{L}$  es la conductancia térmica.

Tomando en cuenta que las propiedades termoelectricas de los materiales no son dependientes de la temperatura, se tendrán valores constantes tal como se muestra en la tabla 1.

Propiedad	Material 1 $CoSb_3$	Material 2 $Bi_2Te_3$	Unidad
$\alpha$	$459 \times 10^6$	$512 \times 10^{-6}$	$V K^{-1}$
$\kappa$	3.22	3.518	$W m^{-1} K^{-1}$
$\rho$	$1.01 \times 10^4$	$4.378 \times 10^{-5}$	$\Omega$
$D$	7582	8160	$Kg m^3$
$T_a$	298	298	$K$
$A$	$2.25 \times 10^{-6}$	$2.25 \times 10^{-6}$	$m^2$
$L$	$2.2 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$m$
$C_p$	238.7	155	$JKg^{-1} K^{-1}$
$\tau$	$157 \times 10^{-6}$	$22.394 \times 10^{-6}$	$VK^{-1}$

Tabla 1. Valores de las propiedades físicas y termoelectricas de los materiales 1 y 2.

Creación del entorno digital

Se utilizo App Designer en MATLAB para crear el entorno digital. En la interfaz de MATLAB, se insertaron componentes tales como, Button, Drop Down, Spinner, entre otros. Tales componentes aparecen en la Figura 2.

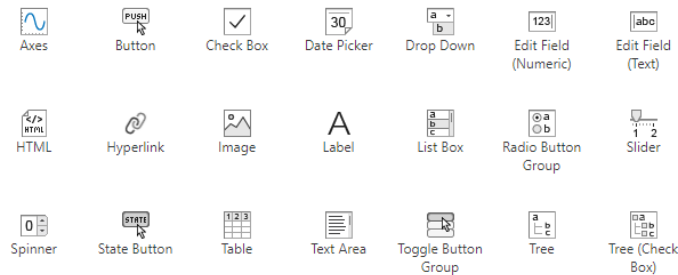


Figura 2. Componentes en App Designer.

El entorno digital se ilustra en la Figura 3, donde es posible seleccionar los parámetros de longitud, área, temperatura del lado frio, temperatura del pulso de calor, duración del pulso y tipo de material para cada uno de los segmentos.

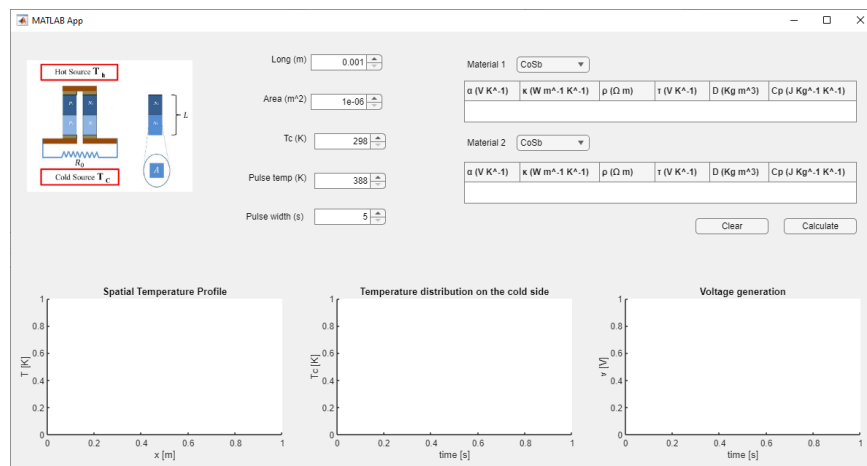


Figura 3. Entorno digital (aplicación) para el analisis de termoelementos.

Análisis del comportamiento térmico de los termoelementos con uso de la aplicación

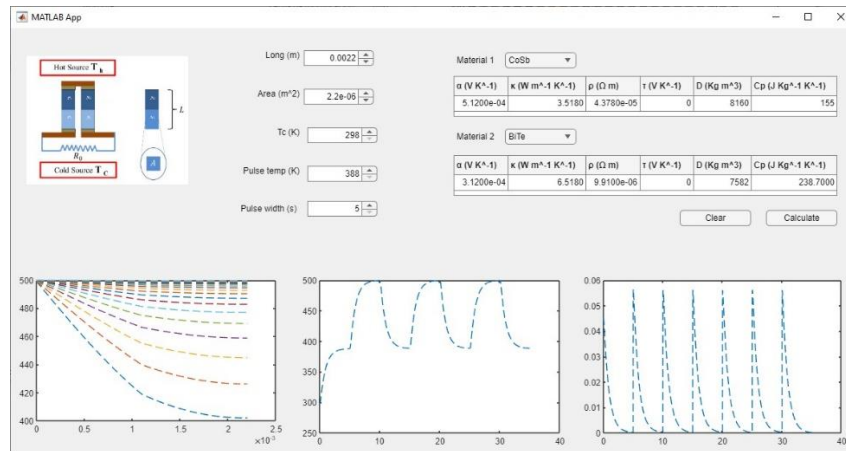
Se realiza el análisis del funcionamiento de los termoelementos haciendo cambios en los valores de la longitud y área del termoelemento. Los valores utilizados se muestran en la Tabla 2.

Análisis	Área [m <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Voltaje máximo [V]
1	$2.2 \times 10^{-6}$	$2.2 \times 10^{-3}$	0.05652
2	$3 \times 10^{-6}$	$2.2 \times 10^{-3}$	0.05679
3	$2.2 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-3}$	0.05813

**Tabla 2. Valores de área y longitud de los termoelementos, y de voltaje generado.**

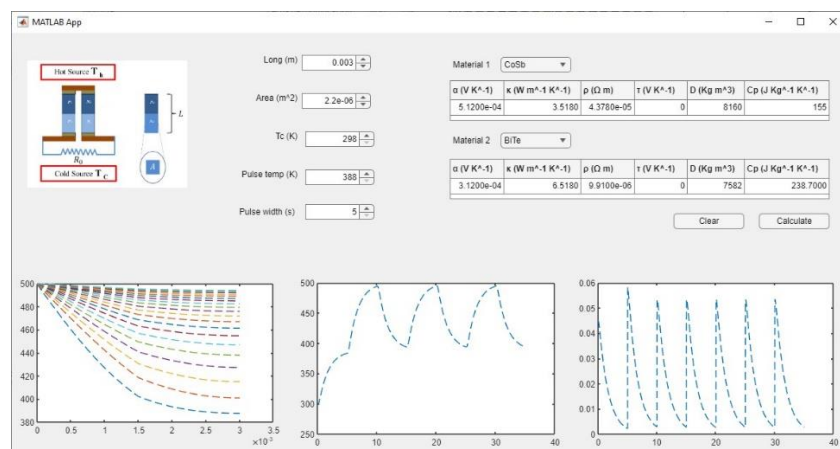
De igual forma es posible seleccionar diversos valores para la temperatura del lado frío, la temperatura y duración del pulso.

En la figura 4, se observan los resultados obtenidos por Ruiz-Ortega et al., mediante el entorno digital, para validar su correcto funcionamiento y modificar parámetros como área de sección transversal y longitud de los termoelementos, tamaño de pulso y propiedades termoelectricas del STEG.



**Figura 4. Validación de resultados mediante el entorno digital.**

En la figura 5, se muestran los resultados obtenidos de perfiles espaciales de temperatura, distribución de temperatura en el lado frío del sistema y el voltaje de salida generado por un STEG con termoelementos de longitud  $L = 3 \text{ mm}$ . Los resultados obtenidos por el incremento de longitud de los termoelementos, muestra que el voltaje generado es mayor debido a que el calor tarda más en viajar a lo largo de los termoelementos y existe una mayor diferencia de temperatura. Además, la conductancia térmica se ve reducida con el incremento de la longitud de los termoelementos.



**Figura 5. Gráficas del entorno digital para una  $L = 3 \text{ mm}$ .**

**Comentarios Finales**

Con la creación de esta aplicación, se hace posible llevar a cabo el análisis de los termoelementos bajo diferentes condiciones de operación con mayor facilidad y rapidez, lo cual permite hacer el análisis global del comportamiento del sistema.

### *Resumen de resultados*

En este trabajo se obtuvieron resultados diversos al cambiar los valores de longitud y área de los termoelementos, mediante el uso de una aplicación creada con MATLAB en App Designer, teniendo la opción de modificar la temperatura, los materiales y tiempo de duración en el que la fuente está en contacto con el STEG.

Se observó que el valor máximo del voltaje generado es obtenido durante el primer pulso de calor. Además, con aumento del valor de la longitud de los termoelementos se obtienen los valores de voltaje más altos.

### *Conclusiones*

El incremento del voltaje de salida, debido al incremento de la longitud de los termoelementos, se debe a la disminución de la conductancia térmica. Este hecho, produce un incremento en la diferencia de temperatura cuando se aplican pulsos de calor, esto se debe a que el calor tarda más tiempo en recorrer a los termoelementos y, por lo tanto, el voltaje de salida incrementa.

Por otra parte, el entorno digital mostrado es muy útil para el análisis global de sistemas termoelectrónicos segmentados con pulsos térmicos variables. Además, la interfaz permite al usuario el análisis bajo diferentes condiciones de operación.

### **Referencias**

- Champier, D. (2017). Thermoelectric generators: A review of applications. *Energy Conversion and Management*, 167-181.
- Chapra, S., & Canale, R. (2007). *Métodos numéricos para ingenieros*. México: Mc Graw Hill.
- Crane, D. (2011). An introduction to system level steady-state and transient modeling and optimization of high power density thermoelectric generator devices made of segmented thermoelectric elements. *Journal of Electronic Materials*, 561-569.
- Li, G., Shittu, S., M.O., T. D., & Yu, M. (2018). A review of solar photovoltaic-thermoelectric hybrid system for electricity generation. *Energy*, 41-58.
- Ma, Q., Fang, H., & Zhang, M. (2017). Theoretical analysis and design optimization of thermoelectric generator. *Applied Thermal Engineering*, 758-764.
- Mahmoudinezhad, S., & Rosendahl, L. (2019). Transient behavior of concentrated solar oxide thermoelectric generator. *Energy*, 823-832.
- Ruiz-Ortega, P., Olivares-Robles, M., & Enciso-Montes de Oca, O. (2019). Segmented Thermoelectric Generator under Variable Pulsed Heat Input Power. *Entropy*.
- Samson, S., Guiqiang, L., Xudong, Z., Xiaoli, M., Yousef, G., & Emmanuel, A. (2019). Optimized high performance thermoelectric generator with combined segments and asymmetrical legs under pulsed heat input power. *Journal Power Sources*, 53-66.

## Proceso de Confitado de Fruta Estrella o Carambola (*Averrhoa carambola*) por Ósmosis de Jarabes de Sacarosa

Dulce María Ojeda Vivas<sup>1</sup>

**Resumen**—La fruta estrella o carambolo (*Averrhoa carambolo*), es una fruta tropical y subtropical originaria de Filipinas, Indonesia y Malasia sin embargo ha crecido y se ha esparcido por climas húmedos en el país de México en zonas de Veracruz y Chiapas, de una manera silvestre. El consumo de esta fruta no se ha expandido como es deseable. Como objetivos se tuvo una manera de lograr explotar el potencial para las zonas rurales en donde crece y la comercialización mediante un proceso de confitado que consiste en darle baños en jarabes de sacarosa hasta lograr que por ósmosis se deshidrate y se obtenga una textura agradable al paladar y se pueda envasar y vender en rebanadas pequeñas ya que el corte transversal genera la figura de una estrella que es bastante atractiva para su fácil comercialización. A los diferentes baños de sacarosa, se le agrega colorantes naturales verde o rojo o sin colorante y con un límite de benzoato de sodio conforme a la normatividad alimentaria, agregando finalmente glicerina y saborizantes naturales para darle versatilidad y se logre una alta demanda en el consumidor. Esta fruta es alta en contenido de antioxidantes, vitamina C, vitamina A, Vitamina E, zinc, carotenoides, alto contenido de fibra y debido a esto se considera una fruta que aumenta la inmunidad del organismo quien la consume.

**Palabras clave**—carambolo, confitado, ósmosis, deshidratación

### Introducción

La fruta denominada carambolo o fruto-estrella (*Averrhoa carambolo*) es una fruta tropical que era muy poco conocida en México, actualmente se importa de Asia en su mayoría, sin embargo se cultiva de forma silvestre en zonas de Veracruz. Las personas que tienen estos arbustos en sus casas, no la consumen propiamente dicho, la conocen, pero no la comercializan ni la procesan y generalmente se pudre en el árbol o se cae al piso cuando madura. No le han dado la importancia que tiene en las ciudades a nivel supermercados o mercados. La fruta estrella o carambolo (*Averrhoa carambolo*), es una fruta tropical y subtropical originaria de Filipinas, Indonesia y Malasia sin embargo ha crecido y se ha esparcido por climas húmedos en el país de México en zonas de Veracruz y Chiapas, de una manera silvestre. El consumo de esta fruta no se ha expandido como es deseable. Como objetivos se tuvo una manera de lograr explotar el potencial para las zonas rurales en donde crece y la comercialización mediante un proceso de confitado que consiste en darle baños en jarabes de sacarosa hasta lograr que por ósmosis se deshidrate y se obtenga una textura agradable al paladar y se pueda envasar y vender en rebanadas pequeñas ya que el corte transversal genera la figura de una estrella que es bastante atractiva para su fácil comercialización. A los diferentes baños de sacarosa, se le agrega colorantes naturales verde o rojo o sin colorante y con un límite de benzoato de sodio conforme a la normatividad alimentaria, agregando finalmente glicerina y saborizantes naturales para darle versatilidad y se logre una alta demanda en el consumidor. Esta fruta es alta en contenido de antioxidantes, vitamina C, vitamina A, Vitamina E, zinc, carotenoides, alto contenido de fibra y debido a esto se considera una fruta que aumenta la inmunidad del organismo quien la consume. El objetivo principal de este proyecto es procesar la fruta dándole un procesado adicionando sacarosa para lograr a corto y mediano plazo, se comercialice, procese y se logre generar una fuente de empleo y riqueza en zonas del estado de Veracruz. Se recomienda también para consumo en diseño de dietas para bajar de peso.

### Descripción del Método

Se procesan las frutas verdes con ligera maduración debido a que la textura de la fruta resistirá el proceso de calor sin desbaratarse la fibra. Este proceso se realizó a nivel laboratorio, después en planta piloto para finalmente escalarla a nivel industrial. Se lava la fruta, se corta transversalmente obteniendo en cada rebanada una estrella.

<sup>1</sup> Dulce María Ojeda Vivas es Ing. Químico por UPAEP, especialista en Tecnología de Alimentos por UPAEP, Maestría en Tecnología de Alimentos en IFAL-BUAP, Maestra en Educación por U. Interamericana, Educador en Diabetes por U. Salle, Coordinadora Académica de 4 carreras de área de la salud, maestra de física general, materias de las carreras de Nutrición, Biotecnología, Fisioterapia y Psicología (licenciatura) en La Universidad Interamericana A.C. de 2013 a 2021, Puebla, maestra de Andragogía y Capacitación en la Universidad Ángeles en Puebla en la carrera de educación y química, ecología y física II en el bachillerato de La Universidad Interamericana A.C., Puebla, México, Maestra de Química I, Química orgánica, Química de alimentos I y II en CME y Doctorante en Educación. cambio61@hotmail.com (**autor corresponsal**).



### Ingredientes (pruebas laboratorio)

A 1000 gramos de fruta no madura con textura dura, se colocan a cocimiento en agua purificada con 0.01% de bisulfito de sodio para evitar obscurecimiento enzimático y/o oxidación, durante 10 minutos en una olla de acero inoxidable, se agregan 60 cl. De agua, 500 gramos de azúcar refinada, se agrega benzoato de sodio a una concentración de 0.01% en peso de acuerdo a la norma, se deja enfriar, y se agregan 800 gr. De azúcar y se pone a calentar. En este momento se agrega el colorante (verde o rojo) de acuerdo al lote que se esté procesando, se deja enfriar, se observa la textura de la fruta y si se requiere, se agregan 200 gr. de sacarosa, esto dependerá del % de agua inicial del lote, en el último hervor se agrega saborizante, a la fruta de color rojo se le pone sabor fresa en una concentración del 0.2%, a la verde se le agrega sabor limón en una concentración de 0.2% y a la natural se le pone sabor piña a una concentración de 0.2%

Es muy importante observar la fruta, porque el tipo de corte, es esencial para este procesado. La fruta se puede ver en la Figura 1. y Figura 2.

Figura 1. Carambola recién cosechada

(<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/salud/articulo/propiedades-de-la-carambola-para-bajar-de-peso-46188.html>)



Figura 2. Carambola en el árbol.

<https://www.finedininglovers.com/es/noticia/carambola-fruto>



Una tabla del contenido nutricional es la siguiente.

Componente	Unidad	Carambola
Calorías	Cal	36.0
Agua	g	90.0
Proteína	g	0.5
Grasa	g	0.3
Carbohidratos	g	9.0
Fibra	g	0.6
Ceniza	g	0.4
Vitamina	mg	90.0
Tiamina	mg	0.04
Riboflavina	mg	0.02
B6 mg	0.30	0.30
Carbono	mg	35.0
Calcio	mg	5.0
Fósforo	mg	18.0
Hierro	mg	0.40

Tabla 1.- Fuente: LABAACSA  
(Laboratorio para análisis de Aguas y  
Alimentos de Campeche)

El proceso de confitado es sencillo, se debe de hacer por pasos, cada baño de sacarosa deberá controlarse en base a mediciones de grados brix, en el primer baño, se agrega el benzoato de sodio. Y los colorantes para que entren a las fibras de la fruta.

Otro factor determinante es que el jarabe se debe de hervir para concentrar y además por el proceso de calor, evitar contaminaciones microbianas. Se debe mover la fruta dentro de los jarabes con movimientos ligeros para que la ósmosis sea igual en todas las frutas (estrellitas), pero no fuerte para evitar que se rompan.

Finalmente, el envasado es muy importante, se colocan en charolas con sacarosa y se espolvorean de ambos lados, una vez que se termine esta acción, se introducen en bolsas de celofán individuales generando un cierre de calor y se empacan en cajas que pueden llevar desde 10 piezas hasta 25, de diferentes colores.

Las estrellas de carambolo cristalizadas, son un producto innovador, alto en vitamina C y de sabor dulce acidulado, se pretenden vender de manera individual en bolsitas de celofán con etiqueta con valor nutrimental, fecha de caducidad y en caja de 10 y 25 piezas. Se cuenta con control de calidad, sistema HACCP en puntos críticos como recepción de materias primas, puntos críticos de control de proceso, control de calidad de producto durante el proceso y como producto final, garantizando que es un producto inocuo, pero además bajo en calorías.

Fácilmente compite con otros adornos para pastelería, panadería como rosas de reyes que es un mercado bastante amplio en el centro de nuestro país, pudiendo desplazar tonelajes muy interesantes si se llegara a escalar.

A nivel piloto y laboratorio, es un producto agradable al paladar, vistoso, novedoso, saludable ya que es bajo en calorías comparado a un producto tradicional cristalizado, y con tendencias de moda en cuanto al sabor acidulado y con futuro para versatilidad en cuanto a sabores y colores.

Las estrellas de carambolo cristalizadas son un producto innovador, alto en vitamina C y de sabor dulce acidulado.

Se venden de manera individual en bolsitas de celofán con etiqueta con valor nutrimental, fecha de caducidad y en caja de 20 piezas.

Se cuenta con control de calidad, sistema HACCP en puntos críticos como recepción de materias primas, puntos críticos de control de proceso, control de calidad de producto durante el proceso y como producto final, garantizando que es un producto inocuo, pero además bajo en calorías.

Fácilmente compite con otros adornos para pastelería, panadería como rosas de reyes que es un mercado bastante amplio en el centro de nuestro país, pudiendo desplazar tonelajes muy interesantes si se llegara a escalar.

A nivel piloto y laboratorio, es un producto agradable al paladar, vistoso, novedoso, saludable ya que es bajo en calorías comparado a un producto tradicional cristalizado, y con las tendencias de moda en cuanto al sabor acidulado y con futuro para versatilidad en cuanto a sabores y colores.

Los insumos se adquirieron con proveedores certificados que pueden extender Certificados de Análisis para cumplir con la Norma HACCP en la parte de punto crítico de recepción de materiales.

Se adicionó el conservador y el acidulante de acuerdo a las regulaciones oficiales y en los porcentajes permitidos por la Secretaría de Salud.

Se analizó el % de humedad de la sacarosa (como materia prima), y los organolépticos. Contamos con Reporte de análisis de materia prima de acuerdo a norma HACCP. El diagrama de flujo del proceso se puede ver en la figura 3.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de confitado



Este producto representa una decoración “gourmet” para panadería y pastelería.

### **FASE DE ESCALAMIENTO**

El producto se puede escalar.

Se tiene mercado, ya que se puede canalizar para mercado panadero para las rosas de reyes en sustitución de tiras de biznaga ya que actualmente es un vegetal a punto de extinción. Y se ha sustituido por ate de frutas diversas.

Este producto representa una decoración “gourmet” para panadería y pastelería.

Se requiere para el escalamiento: tinas de confitado, tanques para preparar los jarabes, almacén de materias primas, un laboratorio de calidad muy pequeño, se puede improvisar en un área de producción porque los análisis que se requieren son durante el proceso. También análisis de recepción de materias primas, y de producto terminado.

Se requiere una inversión fuerte, porque para calentar el jarabe se necesita una caldera, las instalaciones que son tuberías, bridas, llaves, tinas y todo de acero inoxidable.

El producto se surte en cajas de 20 piezas en presentación individual.

Mercado: panaderías, pastelerías, tiendas de materia prima, mercados de artesanías, en Puebla específicamente en mercado de dulces típicos, mercado de dulces, tiendas de dulces para fiestas infantiles, supermercados, tiendas de conveniencia.

Nivel de escalamiento: 2 lotes / día de 1.3 toneladas = 78 toneladas al mes.

Se incentiva la industria agrícola (frutas).

Haciendo cálculos, se obtiene una utilidad aproximada de 7%. Se puede empezar a nivel piloto, haciendo lotes de 10 kilogramos.

### **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL NUEVO PRODUCTO**

Parámetros a considerar:

- a) Organolépticos  
Olor, sabor, color, textura
- b) Químicos  
Acidez como ácido cítrico  
pH
- c) Microbiológicos  
Cuenta total bacteriana  
Hongos levaduras  
Coliformes totales.

Llevamos control de calidad, ya tenemos los reportes de análisis de los primeros 3 lotes, y fueron aprobados en todos los parámetros.

### **PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO**

Se presenta en envoltura individual, en bolsitas de celofán, cada una con su etiqueta para venta individual en cajas de 20 piezas. Con identificación de lote y fecha de caducidad, así como etiqueta nutrimental de acuerdo a las normas actuales.

### **ETIQUETA**



### Comentarios Finales

El producto representa una manera novedosa de presentar la fruta para aumentar su consumo y su comercialización en un mercado en donde ya se encuentra, pero no se procesa. El procesamiento representa poder aumentar su vida de anaquel, y además es muy versátil, se presenta como golosina, como producto gourmet para adornar pasteles y productos de repostería

### Referencias

Castellanos A. y Escobedo M. 1980. *Selecciones del Reader's Digest* Warner E., L. M.C. Cecilia García Osorio Centro de Ecodesarrollo. Ed. Mexicano. México. 1992. Octava reimpression. Editado por Reader's Digest de México. México. 1993. Editorial Leo. México. Carr. México-Texcoco, km 36.5 56230 Montecillo, Edo. de México Correo electrónico: gcecilia@colpos.colpos.mx La energía solar en México. Situación actual y perspectivas. Producción casera de dulces, jaleas y mermeladas. *La cocina mexicana*. Las conservas del año 2000.

### Notas Biográficas

La Ing. Dulce María Ojeda Vivas es coordinadora de las carreras del área de la salud en la Universidad Interamericana A.C. en Puebla. De 2013 a 2021. La maestría en Ciencia y Tecnología de alimentos es del IFAL en Cuba, la maestría en Educación fue de la Universidad Interamericana A.C., y es doctorante en Educación por la Universidad Interamericana A.C., ha publicado su tesis de maestría en Educación en la revista *Journal Academic*. Ha sido asesora de proyectos de feria de Ciencias Concytep por 4 años consecutivos en el estado de Puebla del 2015 al 2018. Y asesora de proyecto con Premio Especial en Feria de Ciencias nacional en el 2018.

### Apéndice

REPORTE DE ANÁLISIS		
<b>PRODUCTO: INTER-ESTRELLA ( ESTRELLITAS CRISTALIZADAS DE CARAMBOLO, COLOR ROJO, SABOR FRESA)</b>		
<b>LOTE: 0001-2022-rojo Caducidad: Dic. 2022</b>		
<u>CARACTERÍSTICA</u>	<u>ESPECIFICACIÓN</u>	<u>RESULTADO</u>
<b>APARIENCIA</b>	<b>Estrellitas de carambolo cristalizadas de color rojo con aroma y sabor a fresa.</b>	
<b>COLOR</b>	<b>CARACTERÍSTICO</b>	<b>SATISFACE</b>
<b>OLOR</b>	<b>CARACTERÍSTICO</b>	<b>SATISFACE</b>
<b>SABOR</b>	<b>CARACTERÍSTICO</b>	<b>SATISFACE</b>
<b>pH</b>	<b>3.2 a 3.5</b>	<b>3.5</b>
<b>ACIDEZ (como ácido cítrico)</b>	<b>Máximo 1.5 %</b>	<b>0.38</b>
<b>CUENTA TOTAL BACTERIANA</b>	<b>10 COL/GR.</b>	<b>0 COL/GR</b>
<b>HONGOS</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>
<b>LEVADURAS</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>

**ANALIZÓ**

**REVISÓ**

**ING. DULCE MARÍA OJEDA VIVAS M.C.**

**ING. DULCE MARÍA OJEDA VIVAS M.C.**

**REPORTE DE ANÁLISIS**

**PRODUCTO: INTER-ESTRELLA (ESTRELLITAS CRISTALIZADAS DE CARAMBOLO,  
COLOR VERDE, SABOR LIMÓN))**

**LOTE: 0001-2022-verde Caducidad: dic. 2022**

<b><u>CARACTERÍSTICA</u></b>	<b><u>ESPECIFICACIÓN</u></b>	<b><u>RESULTADO</u></b>
<b>APARIENCIA</b> aroma y sabor a limón.	<b>Estrellitas de carambolo cristalizadas de color VERDE con</b>	
<b>COLOR</b>	<b>CARACTERÍSTICO</b>	<b>SATISFACE</b>
<b>OLOR</b>	<b>CARACTERÍSTICO</b>	<b>SATISFACE</b>
<b>SABOR</b>	<b>CARACTERÍSTICO</b>	<b>SATISFACE</b>
<b>pH</b>	<b>3.2 a 3.5</b>	<b>3.5</b>
<b>ACIDEZ (como ácido cítrico)</b>	<b>Máximo 1.5 %</b>	<b>0.38</b>
<b>CUENTA TOTAL BACTERIANA</b>	<b>10 COL/GR.</b>	<b>0 COL/GR</b>
<b>HONGOS</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>
<b>LEVADURAS</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>

**ANALIZÓ**

**REVISÓ**

**ING. DULCE MARÍA OJEDA VIVAS M.C.**

**ING. DULCE MARÍA OJEDA VIVAS M.C.**



# Entrenamiento de Redes Neuronales con Búsqueda Local Iterada y Backpropagation

Ing. Luis Fernando Olmos Aguilar<sup>1</sup>, Dra. Mirna Patricia Ponce Flores Jesus<sup>2</sup>,  
Dr. Jesús David Terán Villanueva<sup>3</sup>, Dr. Salvador Ibarra Martínez<sup>3</sup>, Dr. José Antonio Castán Rocha<sup>3</sup>, Dr. Julio Laria  
Menchaca<sup>3</sup> y Dra. Mayra Guadalupe Treviño Berrones<sup>3</sup>.

**Resumen**—Las redes neuronales artificiales (ANN) son un modelo matemático que toma como base el comportamiento de las neuronas dentro del cerebro humano y son mayormente utilizados en problemas de clasificación y regresión. No obstante, para el funcionamiento correcto de ellas, es necesario que pasen por un entrenamiento. En la literatura existen miles de formas diferentes de entrenamiento. Siendo que, para ciertos problemas, unos algoritmos de entrenamiento son mejores que otros. Sin embargo, es importante recordar el teorema *no free lunch* que plantea la hipótesis de que no existe un algoritmo que sea el mejor para todos los casos de un problema.

La retro-propagación o Backpropagation (BP) es uno de los algoritmos de entrenamiento más estudiados y utilizados en las ANNs, aprovechando el descenso de gradiente. Este algoritmo se encuentra de manera común en la literatura, ya que es usado como búsqueda local y complementa a otros algoritmos metaheurísticos. Sin embargo, pese a su común implementación en el estado del arte, existe una gran cantidad de algoritmos clásicos que no han sido utilizados para realizar híbridos con BP.

**Palabras clave**—Clasificación, Redes Neuronales, Algoritmos de Entrenamiento, Metaheurísticos

## Introducción

En la rama de la inteligencia artificial se encuentra lo que son las redes neuronales artificiales (ANN), que tienen alcance y flexibilidad, siendo que son capaces de aproximar cualquier función existente con el entrenamiento adecuado. Este intenta modelar el funcionamiento del cerebro humano, mediante un conjunto interconectado de neuronas que se comunican entre sí. Es eficaz en las tareas con metodologías abstractas, como lo son el reconocimiento por audio y vídeo, ya que estas no pueden ser resueltas por un conjunto de reglas ordinario.

La función principal de una ANN es la solución de problemas de clasificación y regresión. Los primeros son los problemas cuales sus soluciones son de variable categóricas (cualitativas), siendo esto una predicción de la categoría en la que pertenece un conjunto de datos. Los problemas de regresión en los que su solución es un valor numérico dentro de un conjunto de datos infinitos.

No obstante, que para que las ANN tengan un funcionamiento correcto, es necesario un algoritmo de entrenamiento que sea eficaz para el problema en particular que se esté trabajando. Dentro de esta área de la inteligencia artificial, los investigadores se enfocan en encontrar, mejorar o crear algoritmos que permitan el entrenamiento adecuado y preciso del ANN. Todo esto, con la finalidad de que este prediga o clasifique con un porcentaje alto de precisión. Y reconociendo que no existe un algoritmo perfecto que pueda hacer de todo, los expertos hacen modificaciones a la red neuronal, para que esta se ajuste a la función específica en la que se va a trabajar.

En referencia a todo lo dicho, una ANN es tan buena como lo permita su algoritmo de entrenamiento, así como el conjunto de datos.

## Aplicación

Las ANN son principalmente utilizadas para tareas de reconocimiento de imágenes, clasificación y regresión lo que les proporciona un área de aplicación amplia. En la industria 4.0, en el reconocimiento de piezas, en el análisis del producto final para la detección y solución de errores. Utilizados de igual manera en el área de economía, usando

1 El Ing. Luis Fernando Olmos Aguilar es un estudiante de la maestría en Ciencias de la Computación en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. [luisolmosaguilar@hotmail.com](mailto:luisolmosaguilar@hotmail.com)

2 La Dra. Mirna Patricia Ponce Flores es una profesora de tiempo parcial en la división de posgrado de la facultad de Ingeniería de “Arturo Narro Siller” [mirna\\_poncef@hotmail.com](mailto:mirna_poncef@hotmail.com)

3 El Dr. Jesús David Terán Villanueva, el Dr. Salvador Ibarra Martínez, el Dr. José Antonio Castán Rocha, el Dr. Julio Laria Menchaca y la Dra. Mayra Guadalupe Treviño Berrones, son profesores de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” en la universidad Autónoma de Tamaulipas. [david\\_teran00@yahoo.com.mx](mailto:david_teran00@yahoo.com.mx), [sibarram@uat.edu.mx](mailto:sibarram@uat.edu.mx), [jacastan@docentes.uat.edu.mx](mailto:jacastan@docentes.uat.edu.mx), [jlaria@docentes.uat.edu.mx](mailto:jlaria@docentes.uat.edu.mx) y [mgtrvino@docentes.uat.edu.mx](mailto:mgtrvino@docentes.uat.edu.mx)

como ejemplo a los sistemas de pronósticos financieros. Influyendo en la medicina con los ANN que ayudan al diagnóstico de diversos problemas de salud, existen varios modelos de redes neuronales para la detección del cáncer, así como sistemas CAD para el diagnóstico de enfermedades como lo hicieron los autores Leema et al., (2016). Y para el desarrollo de tecnologías para el desarrollo sustentable, como lo son los sistemas de optimización de energía eléctrica, utilizando como ejemplo al autor Sandoval-Ruiz, (2018), donde se diseña una red neuronal para el control de los subsistemas de un parque ecológico para obtener un consumo responsable de recursos de este.

## Redes Neuronales

Una red neuronal artificial, según Gendreau & Potvin (2014) es una gran estructura interconectada de unidades de gran número de neuronas. Cada neurona en la red puede recibir señales de entrada, para procesarlas y después, enviarlas como una señal de salida. Consiste es un conjunto de sinapsis ponderadas, un sumador para los datos de entrada ponderados por la fuerza sináptica respectiva, y una función de activación para limitar la amplitud de la salida de la neurona.

Las neuronas que se encuentran conectadas entre sí, agrupadas en diferentes niveles que se denominan capas. Tienen conexiones entre ellas por medio de enlaces a los que se les asocia un peso determinado. Siendo este peso, el nivel de influencia de una neurona sobre otra. Adicionalmente, cada neurona recopila la información de las neuronas que se encuentran conectadas a ella y procesa esta información usando una función de activación. Esta función de activación proveerá a la neurona de un valor de salida que será usado por neuronas subsecuentes. Este proceso continúa hasta que la información llega a las neuronas finales en la red neuronal (neuronas de la capa de salida).

La Figura 1 muestra un ejemplo de una arquitectura de una red neuronal artificial, donde se puede observar las capas que la componen, así como la conexiones entre las neuronas. Dichas conexiones son el principal objetivo de ajuste durante el proceso de entrenamiento de una red neuronal. Este proceso tiene el nombre de entrenamiento y requiere de un conjunto de datos ya clasificado.

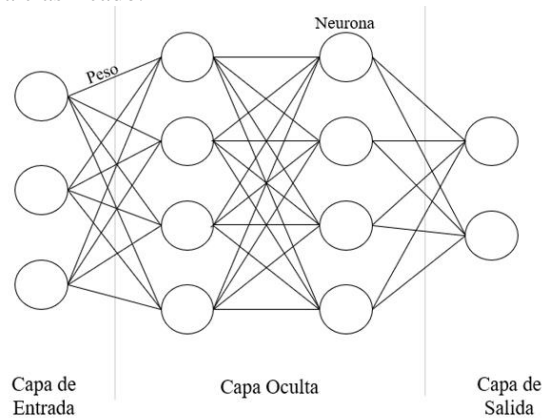


Figura 1. Estructura de un ANN

## Backpropagation

El algoritmo Backpropagation (BP) es un método de cálculo de gradiente, usualmente usado para el entrenamiento de FNN. Es una forma supervisada de entrenamiento, el error obtenido por las capas de salida es retro propagado a las capas anteriores, y ahí ocurre el fenómeno de cambio de pesos. La diferencia entre este algoritmo a otros es el proceso que utiliza para calcular los pesos en el aprendizaje de redes neuronales.

El descenso de gradiente es un algoritmo que hace una estimación del valor mínimo de una función mediante un proceso iterativo. Este procedimiento utiliza la derivada de la función del error para optimizar la función de costo, y este se va propagando a través de las neuronas de la última capa hasta la primera. Dicho descenso del gradiente descenderá a los puntos más bajos de error, así como se muestra en la Figura 2.

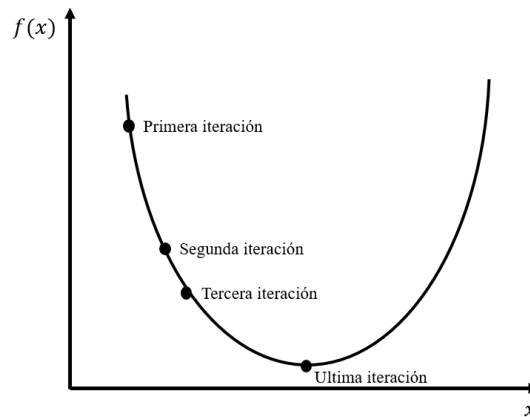


Figura 2. Descenso de Gradiente

Gracias a este método el BP tiene una buena capacidad de búsqueda local, pero por la naturaleza de este tiende a quedar estancado en soluciones óptimas locales, ya que el error caerá dentro de una pendiente de la curva de su función, siendo que esta podría no ser la curva con menor valor. En la Figura 3 se muestra que la función tiene varios óptimos locales (aquellas soluciones que son mejores que todas sus soluciones vecinas). Sin embargo, el descenso se verá limitado a esa solución. Por lo tanto, es necesario incluir en la exploración mecanismos para llegar a otras soluciones y así poder llegar al óptimo global. De misma manera, a menos que se pueda apreciar la función completa, se desconoce si el valor óptimo al que se ha llegado es local o global.

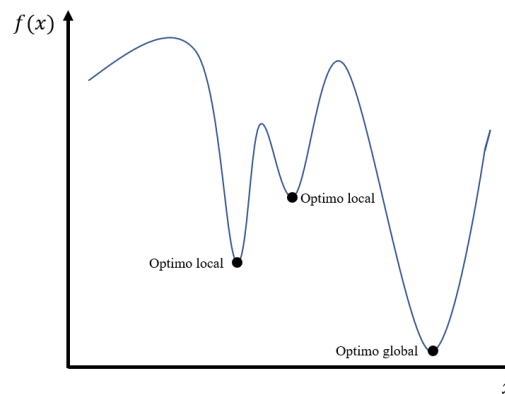


Figura 3. Estancamiento del descenso de gradiente

Por esta desventaja del algoritmo BP, se utilizan algoritmos metaheurísticos que incorporan elementos para escapar de óptimos locales; ya sea creando un híbrido con la combinación de sus procedimientos o implementando el BP dentro del algoritmo para el tratamiento de soluciones.

Dichos algoritmos metaheurísticos son comúnmente utilizados para resolver problemas de optimización complejos y encontrar unas soluciones aceptables en tiempos reducidos.

### Antecedentes

Alkronz et al. (2019) utilizaron el BP para entrenar y probar el conjunto de datos de hongos para predecir si es comestible o venenoso con un resultado de precisión del 99.25%, demostrando que el algoritmo por sí solo ya tiene niveles altos de precisión. Sin embargo, esto depende en gran medida del conjunto de datos utilizados, ya que existen conjuntos de datos que son considerablemente más complicados, para los cuales el BP no produce resultados tan alentadores.

Adicionalmente, Abbass (2003), tenía la idea de incrementar la velocidad del algoritmo BP utilizando un algoritmo evolutivo multiobjetivo, para mejorar el entrenamiento de la red neuronal.

De igual manera, Amirsadri et al. (2018), presentaron un algoritmo para el entrenamiento de redes neuronales combinando el algoritmo BP con un metaheurístico. El metaheurístico utilizado fue Grey Wolf Optimizer (GWO). Primero utilizaron la habilidad de búsqueda global del GWO para después utilizar el BP. El rendimiento de este algoritmo híbrido fue evaluado comparándolo con un número de algoritmos metaheurísticos diferentes utilizando doce conjuntos de datos de clasificación. Demostrando no solo un mayor porcentaje de precisión comparado con el algoritmo BP, sino también con varios algoritmos metaheurísticos comúnmente utilizados en el estado del arte.

Actualmente el desarrollo de algoritmos híbridos con BP comprende los siguientes algoritmos: Differential Evolution, Genetic Algorithm, Grey Wolf Optimizer, Particle Swarm Optimization, entre otros. Un caso particular es el de Wei et al., (2022), donde utilizan el algoritmo genético con el algoritmo BP para la revisión del desgaste de herramientas de fresado. Este algoritmo presentó un error relativo del 5%. Cabe destacar que no hay un método matemático o algorítmico que indique el desgaste, ya que éste solo es reconocible por expertos en el área.

Pese a las implementaciones híbridas realizadas en el estado del arte, existe una gran cantidad de algoritmos de entrenamiento que no han sido explorados dentro del estado del arte, como lo son los algoritmos: Tabu, Ant Colony Optimization, Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, Simulated Annealing, Variable Neighborhood Search, Iterated Local Search, Scatter Search, entre otros. Esta amplitud de opciones invita a los investigadores a realizar nuevas implementaciones de híbridos con BP.

### Scatter Search

El algoritmo metaheurístico de búsqueda dispersa o Scatter Search (SS), explora el espacio de soluciones evolucionando un conjunto de puntos de referencia. Es un método que opera con un conjunto pequeño de soluciones y usa de manera limitada la aleatoriedad para la diversificación en el momento que se busque una solución global. Por otra parte, dicho algoritmo emplea procesos de búsqueda local sobre un conjunto pequeño de soluciones, lo cual parece ser atractivo para el entrenamiento ya que el BP suele tener un alto costo computacional.

La metodología del SS puede ser analizada en la Figura 4, donde se puede observar la generación de nuevas soluciones (A2, B2, C2) mediante la combinación de las soluciones iniciales (A1, B1, C1). Con la finalidad de explorar el espacio de soluciones utilizando un conjunto elite de soluciones como guías.

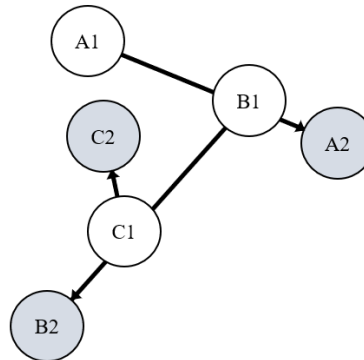


Figura 4. Exploración de soluciones del Scatter Search

Los conceptos fundamentales y principios de este método fueron propuestos en 1970. Estos fueron basados en formulaciones de 1960 para las reglas de decisión y restricciones del problema. Pero el concepto nunca fue aplicado hasta 1990 y sus aplicaciones aumentaron en los años 2015, convirtiéndose en un algoritmo a escoger para problemas de optimización combinatoria. Pese a su antigüedad el SS es un algoritmo que tiene mucha flexibilidad debido a sus múltiples procedimientos internos.

Dentro del esquema mostrado en la Figura 5, se puede observar un diseño del algoritmo SS, con procesos abstractos. Dentro de dicho diagrama, se puede observar el concepto de solución, que tiende a tener diferentes significados dependiendo del problema a resolver, puede llegar a ser desde simples coordenadas hasta un conjunto de parámetros de un objeto o proceso. Para el problema de las redes neuronales una solución es la configuración de los pesos de las conexiones de una red neuronal.

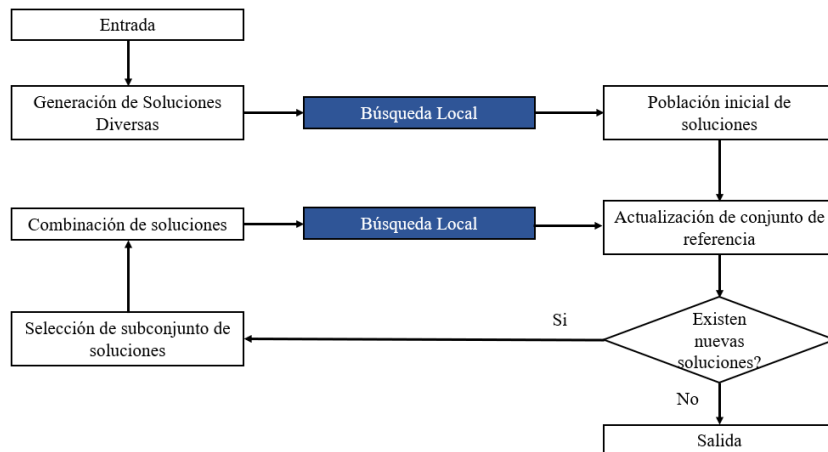


Figura 5. Diseño del algoritmo Scatter Search

El algoritmo inicia creando un conjunto de soluciones procurando que la generación de estas sea aleatoria. Posteriormente las soluciones pasarán por un método de búsqueda local. Método el cual tiene es importante a destacar, ya que su veracidad dependería del algoritmo selecto, como por ejemplo el BP. De ese conjunto de soluciones se tomarán las soluciones *élite* y las soluciones más *diversas*. Las soluciones *élite* son las soluciones de mayor calidad (dada por la función objetivo). Mientras que, las soluciones *diversas* son aquellas soluciones cuyas características son las que más varían del conjunto de soluciones *élite*. Posteriormente se seleccionarán parejas de soluciones, y luego mediante una metodología selecta generarán nuevas soluciones. Esta combinación de soluciones puede ser realizada con cualquier metodología que cubran las características del conjunto de soluciones. Una de estas es el reencadenamiento de trayectorias o *path relinking*, que es una estrategia de intensificación que explora las trayectorias conectando las soluciones *élite* hasta las soluciones más *diversas* con la finalidad de generar nuevas soluciones utilizando como dirección soluciones ya existentes.

Una vez generadas las nuevas soluciones se les aplicara el método de búsqueda local. Posteriormente se revisará la inclusión de nuevas soluciones en el conjunto *élite* y al no haber nuevas soluciones en una cantidad de iteraciones predeterminada se procederá a detener el algoritmo.

Como se mencionó anteriormente, la estructura del SS es flexible, permitiendo el desarrollo de implementaciones alternativas con un grado variable de sofisticación. Al ser un algoritmo poblacional no es común su implementación con ANNs, sin embargo, su conjunto elite de tamaño reducido presenta una oportunidad para realizar la implementación sin comprometer grandes cantidades de tiempo computacional.

### Comentarios Finales

Podemos definir que las redes neuronales artificiales (ANN) son modelos computacionales cuya función principal es la solución de tareas de clasificación y regresión. Adicionalmente, en el estado del arte es común el uso del algoritmo Backpropagation (BP) como un método de búsqueda local durante el entrenamiento de ANNs. En este artículo se destaca el potencial de explotación del BP al ser implementado en algoritmos metaheurísticos para formar híbridos. Finalmente, se propone al algoritmo Scatter Search (SS) como una buena alternativa metaheurística para formar dicho híbrido, ya que el BP incrementa la velocidad de búsqueda de soluciones y el SS propicia una

búsqueda inteligente del espacio de soluciones con un conjunto de soluciones élite con pocos elementos; que permitiría evitar elevados costos computacionales.

## Referencias

- Abbass, H. A. (2003). Speeding Up Backpropagation Using Multiobjective Evolutionary Algorithms. *Neural Computation*, 15(11), 2705–2726. <https://doi.org/10.1162/08997660322385126>
- Alkronz, E. S., Moghayer, K. A., Meimeh, M., Gazzaz, M., Abu-Nasser, B. S., & Abu-Naser, S. S. (2019). Prediction of Whether Mushroom is Edible or Poisonous Using Back-propagation Neural Network. *International Journal of Academic and Applied Research*, 3, 1–8. <http://www.ijeais.org/ijaar>
- Amirsadri, S., Mousavirad, S. J., & Ebrahimpour-Komleh, H. (2018). A Levy flight-based grey wolf optimizer combined with back-propagation algorithm for neural network training. *Neural Computing and Applications*, 30(12), 3707–3720. <https://doi.org/10.1007/s00521-017-2952-5>
- Gendreau, M., & Potvin, J.-Y. (2014). Handbook of Metaheuristics (2nd edition). *Journal of the Operational Research Society* 2014 65:2, 65(2), 320–320. <https://doi.org/10.1057/JORS.2013.151>
- Leema, N., Nehemiah, H. K., & Kannan, A. (2016). Neural network classifier optimization using Differential Evolution with Global Information and Back Propagation algorithm for clinical datasets. *Applied Soft Computing Journal*, 49, 834–844. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.08.001>
- Sandoval-Ruiz, C. E. (2018). *Design of Neural Networks on microcontrollers, applied in functional modules for an eco-park*. <https://www.researchgate.net/publication/325660756>
- Wei, W., Cong, R., Li, Y., Abraham, A. D., Yang, C., & Chen, Z. (2022). Prediction of tool wear based on GA-BP neural network: <https://doi.org/10.1177/09544054221078144>

## Notas Biográficas

El **Ing. Luis Fernando Olmos Aguilar** es un Ingeniero en Sistemas Computacionales egresado de la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Actualmente estudia la maestría en Ciencias de la Computación.

La **Dra. Mirna Patricia Ponce Flores** obtuvo su doctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM). Actualmente tiene más de 10 años de experiencia en el área de computación. Sus intereses en la investigación son: optimización inteligente, ciencia de datos y pronósticos.

El **Dr. Jesús David Terán Villanueva** es egresado del Doctorado en Ciencias Computacionales del Instituto Tecnológico de Tijuana, Actualmente es profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y Miembro de Sistema Nacional de Investigadores nivel uno. Se especializa en áreas de ciencias computacionales como optimización inteligente, ciencia de datos e inteligencia artificial.

El **Dr. Salvador Ibarra Martínez** obtuvo su doctorado en Tecnologías Computacionales orientado a Robótica Cooperativa en la Universidad de Girona España. Actualmente es un profesor a tiempo completo en la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Él es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Sus intereses en la investigación incluyen sistemas de agentes inteligentes, mecanismos de coordinación para robots móviles autónomos y su aplicación en la simulación y plataformas reales, en particular en robótica de fútbol y sistemas de transportes inteligentes.

El **Dr. José Antonio Castan Rocha** obtuvo su doctorado en Ciencias Computacionales en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Actualmente, es un profesó de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Es un miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Sus intereses en la investigación son los sistemas inteligentes de transporte, modelos del flujo de tránsito y su implementación a través de sistemas inteligentes.

El **Dr. Julio Laría Menchaca** obtuvo su doctorada en Física en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México. Es un miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Actualmente es un profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Sus intereses en la investigación incluyen el diseño electrónico, control inteligente y la automatización de procesos.

La **Dra. Mayra Guadalupe Treviño Berrones** obtuvo su doctorado en Ciencias Computacional en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Actualmente, es un profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller" de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Sus actividades principales son, la investigación, planeación y es un miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Sus intereses principales de la investigación son la minería de datos y la inteligencia artificial.



# Simulación en Promodel de las Pruebas de Laboratorio del Proceso de Lixiviación Minera de la mina La Parrilla

MMA Juan Carlos Ontiveros Neri MA<sup>1</sup>, Dra. Diola Marina Nuñez Ramírez<sup>2</sup>  
MA Leopoldo Trueba Vázquez<sup>3</sup> Y MAN Ismael Sánchez Pérez<sup>4</sup>

**Resumen**— Las empresas mineras de las regiones de Durango y Zacatecas, han sido un motor económico desde hace décadas y siglos pasados; debido a la alza en su demanda de producción de minerales, estas empresas se han sometido a mejoras constantes en sus procesos aprovechando los avances tecnológicos e industriales que se han venido dando en México. Uno de los objetivos es optimizar tiempo y recursos en dichos procesos; en este trabajo se presentan los resultados de un simulador en el software Promodel que permite aproximar parámetros de operación de planta en el proceso de lixiviación en tiempo real, mostrando su validación estadística a partir de un historial de datos experimentales de pruebas metalúrgicas. Con dicho simulador se logra la disminución significativa del tiempo de las pruebas de laboratorio lo cual permite estimar más rápido las variables operacionales de mayor impacto en el proceso de lixiviación.

**Palabras clave**—Kolmogorov Smirnov, Lixiviación, Mann - Whitney, Promodel, Simulación.

## Introducción

En las minas del país el proceso de recuperación de plata por el método de lixiviación es continuo y requiere de una investigación metalúrgica mediante pruebas de laboratorio con el fin de definir los parámetros de operación en planta de beneficio. Esto demanda una predicción, en tiempo real, del comportamiento del mineral ante la cianuración, ya que los estudios metalúrgicos requieren mínimo entre cuatro y cinco días para dar resultados que muestren los parámetros de operación más indispensables y así maximizar el aprovechamiento del mineral. Por ello en esta investigación se propone desarrollar un simulador que permita aproximar parámetros de operación de planta en el proceso de lixiviación en tiempo real, de una forma más rápida (menor a 5 días) con el fin de agilizar y optimizar tiempos en un proceso real de laboratorio.

Para el simulador se utilizó Promodel (simulador con animación para hacer modelos de réplica y optimización) y para probar su validez se utilizó pruebas de hipótesis en aras de sustituir las pruebas de laboratorio. Finalmente se realizaron tres pruebas comparativas de los resultados del software con los reales del laboratorio obteniendo resultados similares en cada prueba.

## Descripción del Método

### Etapas del desarrollo de una simulación

En el desarrollo de una simulación se pueden distinguir las siguientes etapas según lo escriben Banks et al. (1996):

- **Formulación del problema:** En este paso debe quedar perfectamente establecido el objeto de la simulación. El cliente y el desarrollador deben acordar lo más detalladamente posible los siguientes factores: los resultados que se esperan del simulador, el plan de experimentación, el tiempo disponible, las variables de interés, el tipo de perturbaciones a estudiar, el tratamiento estadístico de los resultados, la complejidad de la interfaz del simulador, etc. Se debe establecer si el simulador será operado por el usuario o si sólo recibirá los resultados. Finalmente, se debe establecer si el usuario solicita un trabajo de simulación o un trabajo de optimización.
- **Definición del sistema:** El sistema a simular debe estar perfectamente definido. El cliente y el desarrollador deben acordar dónde estará la frontera del sistema a estudiar y las interacciones con el medioambiente que serán consideradas.

<sup>1</sup> Juan Carlos Ontiveros Neri MMA es Profesor Asociado B de la Academia de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informática del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente en Sombrerete, Zacatecas. [jcarlos79@gmail.com](mailto:jcarlos79@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Diola Marina Nuñez Ramírez es Profesora Investigadora de la Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad Juárez del Estado de Durango, México. [diolamarina@ujed.mx](mailto:diolamarina@ujed.mx)

<sup>3</sup> El MA Leopoldo Trueba Vázquez es Profesor Investigador de la Unidad de Matemáticas en la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. [truebava@hotmail.com](mailto:truebava@hotmail.com)

<sup>4</sup> El MAN Ismael Sánchez Pérez es Profesor Asociado A de la Academia de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informática del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente en Sombrerete, Zacatecas. [ismael11@hotmail.com](mailto:ismael11@hotmail.com)

- **Formulación del modelo:** Esta etapa es un arte y será discutida más adelante. La misma comienza con el desarrollo de un modelo simple que captura los aspectos relevantes del sistema real. Los aspectos relevantes del sistema real dependen de la formulación del problema; para un ingeniero de seguridad los aspectos relevantes de un automóvil son diferentes de los aspectos considerados por un ingeniero mecánico para el mismo sistema. Este modelo simple se irá enriqueciendo como resultado de varias iteraciones.
- **Colección de datos:** La naturaleza y cantidad de datos necesarios están determinadas por la formulación del problema y del modelo. Los datos pueden ser provistos por registros históricos, experimentos de laboratorios o mediciones realizadas en el sistema real. Los mismos deberán ser procesados adecuadamente para darles el formato exigido por el modelo.
- **Implementación del modelo en la computadora:** El modelo es implementado utilizando algún lenguaje de computación. Existen lenguajes específicos de simulación que facilitan esta tarea; también, existen programas que ya cuentan con modelos implementados para casos especiales.
- **Validación:** En esta etapa se comprueba la exactitud del modelo desarrollado. Esto se lleva a cabo comparando las predicciones del modelo con: mediciones realizadas en el sistema real, datos históricos o datos de sistemas similares. Como resultado de esta etapa puede surgir la necesidad de modificar el modelo o recolectar datos adicionales.
- **Documentación y Conclusiones:** Incluye la elaboración de la documentación técnica y manuales de uso. La documentación técnica debe contar con una descripción detallada del modelo y de los datos; también, se debe incluir la evolución histórica de las distintas etapas del desarrollo. Esta Documentación será de utilidad para el posterior perfeccionamiento del simulador.

Con la aplicación de esta metodología se logró la construcción del simulador numérico en el software promodel. En cuanto a la parte de la generación de las variables aleatorias se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnov y con las distribuciones encontradas se generaron los valores numéricos simulados del sistema.

#### *Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov Smirnov*

El procedimiento de la prueba de Kolmogorov-Smirnov propuesto por García E. et al.(2006) en su libro “Simulación y Análisis de Sistemas con Promodel” es el siguiente:

1. Obtener los datos de la variable aleatoria a analizar.
2. Calcular la media y la varianza de los datos.
3. Crear un histograma de  $m = \sqrt{n}$  intervalos y obtener la frecuencia observada en cada intervalo y se denota por  $O_i$ .
4. Calcular la probabilidad observada de cada intervalo  $PO_i = O_i / n$  esto es, dividir la frecuencia observada  $O_i$  entre el número total de datos  $n$
5. Acumular las probabilidades  $PO_i$  para obtener la probabilidad observada acumulada hasta el  $i$ -ésimo intervalo y la denotamos  $POA_i$
6. Establecer explícitamente la hipótesis nula, proponiendo una distribución de probabilidad que se ajuste a la forma del histograma
7. Calcular la probabilidad esperada acumulada para cada intervalo  $PEA_i$  a partir de la función de probabilidad propuesta
8. Calcular el estadístico de prueba
9.  $C = \max(\text{abs}(PEA_i - POA_i))$  para  $i=1, 2, 3, \dots, k, \dots, m$
10. Definir el nivel de significancia  $\alpha$  de la prueba y determinar el valor crítico de la prueba  $D_{\alpha, n}$  consultando la tabla de valores críticos de la prueba Kolmogorov Smirnov.
11. Comparar el estadístico de prueba con el valor crítico, si el estadístico de prueba es menor que el valor crítico, no se puede rechazar la hipótesis nula.

Una vez construido el simulador se contrastaron sus resultados contra los resultados obtenidos en el laboratorio, para esto utilizamos el contraste Mann Whitney ya que el número de pruebas que se podían realizar en el laboratorio eran menor de 30 por lo que caíamos en el uso de un método de estadística no paramétrica como lo es dicho contraste.

#### *Contraste estadístico de Mann Whitney*

Supone que aparte de la existencia de posibles diferencias entre las posiciones centrales, las dos distribuciones poblacionales son idénticas, es decir si se dispone de  $n_1$  observaciones de la primera población y  $n_2$  de la segunda, se unen las dos muestras y se ordenan en sentido ascendente, si se presenta un caso de empate se procede a obtener la media correspondiente. El estadístico de Mann Whitney se define de la forma siguiente:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

Puede demostrarse entonces que, si la hipótesis nula es verdadera, la variable aleatoria U tiene la media y la varianza definidas en las ecuaciones

$$E(U) = \mu_U = \frac{n_1 n_2}{2}$$

$$Var(U) = \delta_U^2 = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}$$

Entonces, cuando las muestras son de gran tamaño (ambas son como mínimo de 10), la distribución normal es una buena aproximación de la distribución de la variable aleatoria.

$$Z = \frac{U - \mu_U}{\delta_U}$$

Reglas de decisión del contraste U de Mann Whitney: Se supone que las dos distribuciones poblacionales son idénticas, aparte de las diferencias que puedan existir entre sus posiciones centrales. Para contrastar la hipótesis nula de que las dos distribuciones poblacionales tienen la misma posición central, las reglas de decisión para un nivel significativo dado son las siguientes:

1.- Si la hipótesis alternativa es cola superior unilateral, la regla de decisión es:

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } \frac{U - \mu_U}{\delta_U} > z_x$$

2.- Si la hipótesis alternativa es cola inferior unilateral, la regla de decisión es:

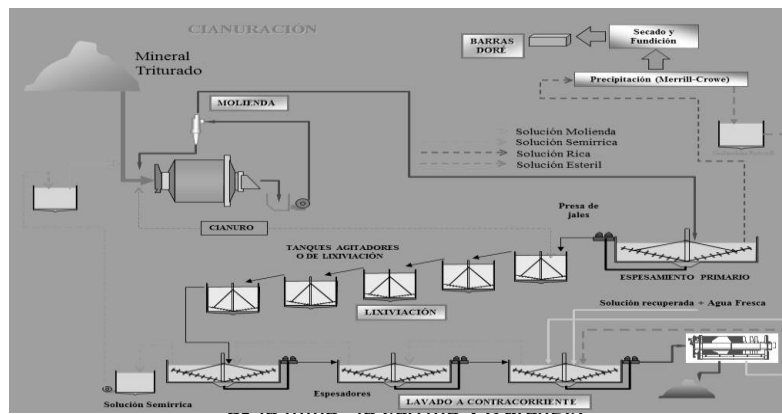
$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } \frac{U - \mu_U}{\delta_U} < z_x$$

3.- Si la hipótesis alternativa es bilateral, la regla de decisión es:

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } \frac{U - \mu_U}{\delta_U} > -z_{x/2}, \text{ o}$$

$$\text{Rechazar } H_0 \text{ si } \frac{U - \mu_U}{\delta_U} > z_{x/2}$$

### Resultados



El esquema general del proceso de cianuración de la mina “la parrilla” se puede observar en la Figura 1, en él se pueden encontrar los diferentes subprocesos que construyen el sistema, en cada uno de los subprocesos se lleva a cabo una actividad específica la cual impacta directamente el la recuperación final de minerales.

Para efectos de construcción del simulador lo dividimos en cinco subprocesos que lo componen: Molienda, Espesamiento Primario, Lixiviación, Lavado Contracorriente y Presa de Jales y su orden de flujo se puede observar en la Figura 2.

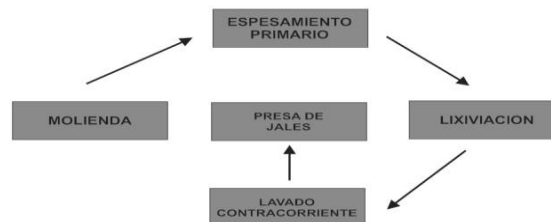
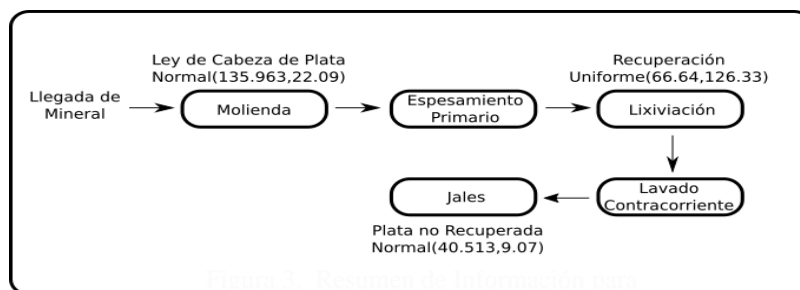


Figura 2. Flujo del proceso de lixiviación de la mina “la parrilla”, Durango.

Una vez realizadas las pruebas estadísticas de ajuste de las variables, ley de cabeza, recuperación y colas, el sistema quedó de la siguiente manera:

Al laboratorio, en promedio cada 15 días, llega mineral para realizar las pruebas, el cual tiene una ley de cabeza de plata que sigue una distribución uniforme con mínimo 109 y máximo 169 gramos por tonelada, las pruebas del mineral inician con un proceso llamado Molienda donde el mineral se tritura al tamaño deseado. Posteriormente, el mineral pasa a un proceso llamado espesamiento primario el cual consiste en mezclar el mineral con agua y después por la acción de la gravedad se separa el lodo de un agua llamada solución rica. Estos procesos permiten preparar el mineral para el siguiente proceso llamado Lixiviación en el que se da la recuperación de la plata gracias a la acción de mezcla entre la plata y el cianuro. Este proceso es el más importante del sistema, los valores de la recuperación siguen una distribución uniforme con un rango de 66.64 a 126.33 gramos por tonelada. El siguiente proceso se llama lavado contracorriente; en este proceso se pasa el lodo generado por el espesamiento primario por agua lavararlo, es decir para poder recuperar un poco de la sustancia rica que aun lleva para posteriormente depositar el lodo en las colas, las cuales son depositadas en la presa de jales. El lodo que llega a los jales aún lleva plata sin recuperar que sigue una distribución normal con media de 95 gramos por tonelada y una desviación estándar de 18 gramos por tonelada.

Lo cual se utilizó como información de entrada para la programación del simulador en el software Promodel, en el esquema de la Figura 3 se puede observar cada subproceso con su distribución de probabilidad ajustada.



el Software Promodel.

Una vez programado el simulador y ya con los resultados de las pruebas de laboratorio se procedió a realizar las pruebas de contraste de Mann Whitney con la finalidad de probar que el simulador nos arrojaba resultados semejantes a los resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio.

*Resumen de Resultados pruebas Mann Whitney*

Prueba1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
de Laboratorio	81.1	84.0	80.1	69.4	79.7	79.5	83.5	81.7	80.5	83.6	84.8	83.0
de Simulador	90.6	68.5	91.7	79.2	63.6	74.3	88.8	92.4	88.0	75.1	85.6	84.7

Cuadro1. Datos para la prueba1

Como el P valor de la prueba, denotado por P fue  $0.418 > 0.1$ , entonces no se rechaza  $H_0$ , es decir, la media de los datos es no diferente, por lo que, los datos arrojados por el simulador son equivalentes a los datos de laboratorio.

Prueb2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
de Laboratorio	107	106	80.8	66.6	73.1	77.6	87.6	83.8	124	81.5	75.5	126
de Simulador	87.1	92.1	70.8	75.8	119	104	66.5	118	120	107	108	98.9

Cuadro2. Datos para la prueba2

Como el P valor de la prueba, denotado por P fue  $0.4532 > 0.1$ , entonces no se rechaza  $H_0$ , es decir, la media de los datos es no diferente, por lo que, los datos arrojados por el simulador son equivalentes a los datos de laboratorio.

Prueb3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
de Laboratorio	107	106	80.8	66.6	73.1	77.6	87.6	83.8	124	81.5	75.5	126
de Simulador	87.0	92.1	70.8	75.8	119	104	66.5	118	120	107	108	98.9

Cuadro3. Datos para la prueba3

Como el P valor de la prueba, denotado por P fue  $0.3524 > 0.1$ , entonces no se rechaza  $H_0$ , es decir, la media de los datos es no diferente, por lo que, los datos arrojados por el simulador son equivalentes a los datos de laboratorio.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

De acuerdo a las pruebas realizadas a los resultados de laboratorio y a los del simulador, podemos decir que los resultados del simulador son semejantes a los de las pruebas de laboratorio.

Una vez que se conoce la ley de cabeza que trae el compósito, con el simulador se pueden generar tantos resultados de pruebas como se desee, los cuales se pueden emplear para estimar la recuperación esperada de plata de forma inmediata en el proceso de lixiviación,

Las pruebas de bondad de ajuste se realizaron para determinar si los datos de Ley de Cabeza, Recuperación y Colas se podían ajustar a distribuciones uniformes o normales, por lo que el simulador únicamente trabaja esos dos tipos pero, se pudiera trabajar con otras.

Con respecto a los tiempos que se llevan los estudios metalúrgicos que requieren mínimo entre 4 o 5 días, podemos minimizarlos gracias a los resultados inmediatos de las pruebas de laboratorio con el simulador, y con esto permitir a la empresa optimizar el tiempo procesos.

Las pruebas de laboratorio son muy costosas, ya que necesitan reactivos que son de costos muy elevados en el mercado, con el empleo del simulador se disminuyen estos costos.

Con el empleo del simulador se disminuyen también los riesgos de manejo del cianuro, el cual es un elemento indispensable en el proceso lixivante.

### Referencias

- Cameron A. C. y Reid M. S. "Use of silver thiosulfate to prevent flower abscission from potted plants". Department of Environmental Horticulture, University of California, Davis, CA 95616, 1982.
- Elena J. M. "Test para dos muestras independientes, Test de Mann-Whitney-Wilcoxon". 2do. cuat. Pag 81, 2013.
- Ferreiro, O. y Fernández de la Reguera, P. "La estadística, una ciencia en la controversia". Revista Universitaria 25: 13-17, 1988.
- Garavito E. A. "Diseño de Sistemas Productivos", Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- García E., García H., Cárdenas L. E. "Simulación y Análisis de Sistemas con Promodel", Pearson Educación, México, 2006.
- Gorbunov A. A., Wolf B., y Edelmann J. The use of silver tips in scanning tunneling microscopy. Published by the AIP Publishing, 1993.
- Informe Quincenal de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, 2009.
- Romero A., Flores L. "La influencia de la velocidad de agitación en la lixiviación dinámica de minerales alterados", Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, 2009.
- Tarifa E. E. "Teoría de Modelos de Simulación", Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ingeniería.
- (U.S.A.) Department of Horticulture, Michigan State University, East Lansing, MI 48824, U.S.A.
- Wesley A. J. "History of the Medical Use of Silver". Surgical Infections, Volume 10, Number 3, Mary Ann Liebert, Inc., 2009.

### Notas Biográficas

El **M.M.A. Juan Carlos Ontiveros Neri** es Profesor Asociado B de la Academia de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informática del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente en Sombrerete, Zacatecas.

La **Dra. Diola Marina Núñez Ramírez** es Profesora Investigadora de la Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad Juárez del Estado de Durango, México.

El **MA Leopoldo Trueba Vázquez** es Profesor Investigador de la Unidad de Matemáticas en la Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

El **MAN Ismael Sánchez Pérez** es Profesor Asociado A de la Academia de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informática del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente en Sombrerete, Zacatecas.

## Reconfiguración Territorial: La Isla de Zaragoza en el Sector de Frontera Bahía de Chetumal-Mar Caribe, Quintana Roo, México

Francisco Javier Pérez-Navarrete<sup>1</sup>, Juan Carlos Arriaga-Rodríguez<sup>2</sup>, Pedro Leobardo Jiménez Sánchez<sup>3</sup>, Jesús Roberto Flores-Rodríguez<sup>4</sup>,

**Resumen**— La modificación del territorio ha provocado el aislamiento de porciones de espacios geográficos, con la subsecuente fragmentación y pérdida de hábitats, alterando las estructuras y paisajes de los ecosistemas; el proyecto de ampliación y dragado del Canal de Zaragoza en Quintana Roo, ha propiciado la creación de una isla artificial a la que se le ha denominado “La Isla de Zaragoza”, ubicada en el Sector de Frontera Bahía de Chetumal-Mar Caribe, colindante a los límites territoriales con el país de Belice. Sus características medioambientales y la forma en que fue “creada”, como un proyecto realizado bajo esquemas de seguridad nacional, sin embargo, no han sido reconocidas legalmente. El presente trabajo aborda aspectos relacionados con su inclusión en el conteo de islas en el país y su reconocimiento al listado, como una isla exclusiva para el desarrollo de investigaciones en temas fronterizos, áreas naturales protegidas, ambientes costeros, flora y fauna acuática y terrestre y seguridad nacional.

**Palabras clave**— Bahía de Chetumal, Fragmentación, Frontera, Isla, Reconfiguración Territorial

### Introducción

El artículo expone resultados parciales de un proyecto de investigación relacionado con la reorganización del espacio geográfico marítimo-terrestre del proyecto de ampliación y dragado del Canal de Zaragoza, Quintana Roo, México, desde un punto de vista espacial, socioeconómico y ambiental del “sector de frontera Bahía de Chetumal-Mar Caribe” (Arriaga, 2020, pp. 264-265).

Desde la aparición del hombre en la tierra, siempre ha ido modificando su entorno para sacar provecho de los recursos disponibles y, de esta forma, ir modelando la estructura del paisaje y de sus ecosistemas. Esto provoca la fragmentación de los territorios y la reorganización espacial, modificando desde los ecosistemas hasta los paisajes urbanos y rurales, “asociada al proceso de creación de territorios *ad hoc* en los que se despliegan las nuevas políticas sociales”. Como es sabido, el territorio es considerado como un “producto social”, donde interactúan diferentes actores y la “fragmentación espacial implica la separación física de entidades” (Prévôt, 2001, p. 39; García, 2012, p. 98; Capron y Esquivel, 2016, p. 132).

De acuerdo con Gómez (2012, p.3), la fragmentación se genera “desde las diversas categorías de análisis: la funcionalidad, la fractura social y la fragmentación físico-material (p. 108). Tron (2010), señala que “La fragmentación espacial surge cuando la dicotomía socio-económica se hace presente en un marco físico-espacial. En un mismo espacio las diferencias son más evidentes, por lo que una vez enfrentadas, se acentúan potenciando la mutua exclusión.”

Castro, et al. (2017), indica que “los procesos de fragmentación y la pérdida de hábitats son considerados dos de las principales amenazas para la biodiversidad a nivel global” (p. 100), sin embargo, esto se incrementa exponencialmente por la intervención del hombre (Morales-Ramírez, 2017, p. 28). Todas las especies de flora y fauna que quedan en las “islas o parches de un territorio” provenientes de un espacio fragmentado, tienen un rol muy importante en las “políticas de restauración ecológica y de preservación de la biodiversidad”, ya que son considerados como “los relictos del fondo genético de un territorio” (Chiappy y Gama, 2004, p. 18).

Según Williams et al. (2002, p.75), “...los umbrales a los que puede llevarnos una fragmentación mayor y un efecto de borde adicional, debido al impacto humano, son aún desconocidos para la distribución y persistencia de especies de plantas y animales.” En la actualidad, el modelo de ocupación del territorio, se considera fallido, en virtud de que está configurado por un “mosaico de fragmentos urbanos y de paisaje que provoca la descomposición de la cohesión social y degradación de los ecosistemas”, en donde “la distribución social y territorial desigual de las nuevas

<sup>1</sup> El M. en P. Francisco Javier Pérez-Navarrete es estudiante del Doctorado en Geografía de la Universidad Autónoma de Quintana Roo. Ciudad de Chetumal, México. 9501217@uqroo.mx

<sup>2</sup> El Dr. Juan Carlos Arriaga-Rodríguez es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Quintana Roo. arriaga@uqroo.edu.mx

<sup>3</sup> El Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de México, México. pljimenezs@uaemex.mx

<sup>4</sup> El M. en P. Jesús Roberto Flores-Rodríguez es estudiante del Doctorado en Geografía de la Universidad Autónoma de Quintana Roo. Ciudad de Chetumal, México. 0809844@uqroo.mx



tecnologías, totaliza y fragmenta, homogeneiza y diferencia, une y separa, produce continuidad y discontinuidad” (Garcés y Bartorila, 2021, p. 445; Pradilla, 1997, p. 48).

El avance del proyecto de ampliación y dragado del Canal de Zaragoza, ha propiciado desde sus inicios el fraccionamiento físico y la alteración de hábitats acuáticos y terrestres (ver Imagen 1 y 2).

Imagen 1. Trabajos de apertura en la creación del Canal de Zaragoza



Fuente: SEMAR, 2016.

Imagen 2. Fragmentación del territorio en el Canal de Zaragoza



Fuente: SEMAR, 2016.

### **Descripción del Método**

El marco metodológico propuesto para la obtención de datos e información relevante para el análisis del proyecto, consiste en tres fases: en la primera fase se realizó una investigación documental mediante una revisión exhaustiva del estudio del arte, recabando información del área de estudio respecto a la descripción de la zona; en la fase dos se recopiló información cartográfica utilizando imágenes satelitales de uso libre obtenidas del Google Earth, así como información Geoestadística básica (mapas en formato shapefile) obtenida del INEGI (2020); finalmente, en la fase tres se procesaron las imágenes y cartografía básica mediante el programa ArcMap 10.8 perteneciente a ArcGIS, en donde se obtuvieron los resultados que fueron plasmados en mapas.

### **Descripción de resultados**

#### *Descripción del proyecto*

De acuerdo con Hidalgo (2007, p. 159), “la frontera sur de México, en su totalidad, es conocida entre los pocos académicos que la estudian como “la doble frontera” y, tendría en efecto una doble acepción, puesto que por una parte físicamente limita con dos países, Belice y Guatemala”.

El Estado de Quintana Roo, reconocido por su inigualable paisaje con un mar en tonos azul turquesa, arena blanca y grandes complejos hoteleros, es considerado como una macro región turística, pero con una marcada polarización territorial (Flores y Propin, 2019, p. 90). Quintana Roo, debido a las políticas públicas implementadas desde los años 70’s del siglo XX hasta la fecha, ha presentado un desequilibrio territorial en su desarrollo económico, urbano y socioambiental, lo cual se percibe en la zona Norte y Sur por su espacio fragmentado y degradado (Flores y Propin,

2019, p. 98).

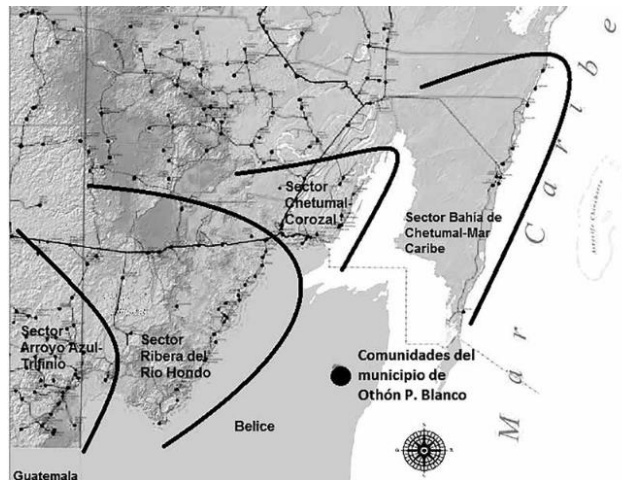
La isla de Zaragoza, considerada en este trabajo, colinda al Oeste con las Áreas Naturales del Santuario del Manatí Bahía de Chetumal (en México) y por Corozal Bay Wildlife Sanctuary (en Belice); al Este en el Mar Caribe con las Áreas Naturales Protegidas Parque Nacional Arrecifes de Xcalak y Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano (Pérez, 2020).

De acuerdo con Güemez y Ramírez (2012, p 107), señala que:

*“la frontera entre México y Belice tiene una longitud total de 278.266 kilómetros, de los cuales 193 corresponden al límite en tierra firme y 85.266 al límite marítimo en la Bahía de Chetumal. Ésta es una frontera delimitada totalmente por cuerpos de agua, siendo estos el Río Hondo, el Río Azul, la Bahía de Chetumal y la Boca Bacalar Chico.”*

Así mismo, la frontera entre México y Belice está conformada por dos zonas, el Municipio de Othón P. Blanco en el Sur de México y los distritos de Belice, Corozal y Orange Walk en el Norte de Belice. De acuerdo con Arriaga (2020), la frontera entre México y Belice está conformada por cuatro sectores: sector Arroyo Azul Trifinio, sector Rivera del Río Hondo, sector Chetumal Corozal y sector Bahía de Chetumal-Mar Caribe (ver Imagen 3). Para el presente análisis, el área de estudio se encuentra ubicado en el sector fronterizo Bahía de Chetumal-Mar Caribe.

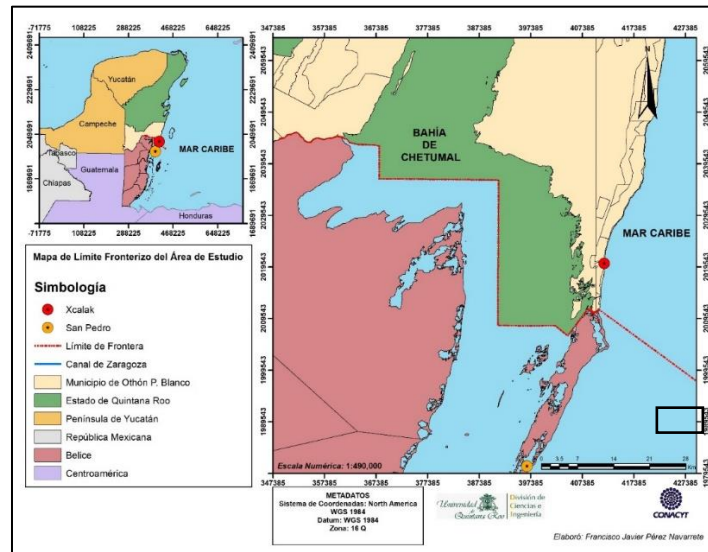
Imagen 3. Sectores de la Frontera México-Belice.



Fuente: Arriaga (2020, p. 265)

En este sentido, el Canal de Zaragoza se encuentra en un espacio acuático-terrestre localizado en la Región Sur del Estado de Quintana Roo, México (ver imagen 4), colindante en el sector de la región fronteriza “Bahía de Chetumal-Mar Caribe” con el vecino país de Belice (Arriaga, 2020, pp. 264-265)

Imagen 4. Ubicación de la Frontera México-Belice donde se localiza el área de estudio.



Fuente: Edición propia.

### Marco jurídico de las islas en México

De acuerdo con la legislación mexicana, en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se puede apreciar en el artículo 42, en concordancia con el artículo 27, las partes que integran la federación, que establece:

“El territorio nacional comprende: I. El de las partes integrantes de la Federación; II. El de las islas, incluyendo los arrecifes y cayos en los mares adyacentes; III. El de las islas de Guadalupe y las de Revillagigedo situadas en el Océano Pacífico; IV. La plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas, cayos y arrecifes; V. Las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el Derecho Internacional y las marítimas interiores; VI. El espacio situado sobre el territorio nacional, con la extensión y modalidades que establezca el propio Derecho Internacional.”

Ahora bien, respecto a la soberanía nacional, en el artículo 27 párrafo cuarto, se indica que:

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

Así mismo, la Ley Federal del Mar, en su Artículo 62 establece que:

La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares mexicanas, comprenden el lecho y el subsuelo de las áreas submarinas que se extienden más allá del mar territorial, y a todo lo largo de la prolongación natural del territorio nacional hasta el borde exterior del margen continental, o bien hasta una distancia de 200 millas marinas contadas desde las líneas de base a partir de las cuales se mide la anchura del mar territorial, en los casos de que el borde exterior del margen continental no llegue a esa distancia, de acuerdo con lo dispuesto por el derecho internacional. La definición anterior comprende la plataforma de islas, cayos y arrecifes que forman parte del territorio nacional.

La Ley General de Bienes Nacionales, en su artículo 2 fracciones VII y VIII, define: “Inmueble federal: el terreno con o sin construcciones de la Federación, así como aquéllos en que ejerza la posesión, control o administración a título de dueño. No se considerarán inmuebles federales aquellos terrenos o construcciones propiedad de terceros que por virtud de algún acto jurídico posea, controle o administre la Federación; y Patrimonio inmobiliario federal y paraestatal: el conjunto de inmuebles federales y aquellos propiedad de las entidades, respectivamente.”

En este sentido, en su artículo 3 fracción I, se menciona que “son bienes nacionales, los señalados en los artículos 27, párrafos cuarto, quinto y octavo; 42, fracción IV, y 132 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;”

De acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar celebrada en Montego Bay, Jamaica, el 10 de diciembre de 1982, en su artículo 121, define a las islas como “extensiones naturales de tierra, rodeadas de agua, que se encuentran sobre el nivel de ésta en pleamar”. En este sentido, Boadas (2011, p 147), menciona que “Las islas son territorios geográficos singulares donde su estudio reclama consideración especial. Tamaño, naturaleza, disponibilidad de recursos naturales y aislamiento son factores que inciden en forma directa y proporcional en su viabilidad geográfica.”

#### *Conflictos territoriales y reconfiguración territorial*

En los círculos académicos, cuando se habla de territorio, existe una acalorada discusión acerca del “acceso y la posesión de la tierra”, lo cual lo hace verdaderamente interesante y como punto nodal para su análisis (Guzmán, 2015, p. 113).

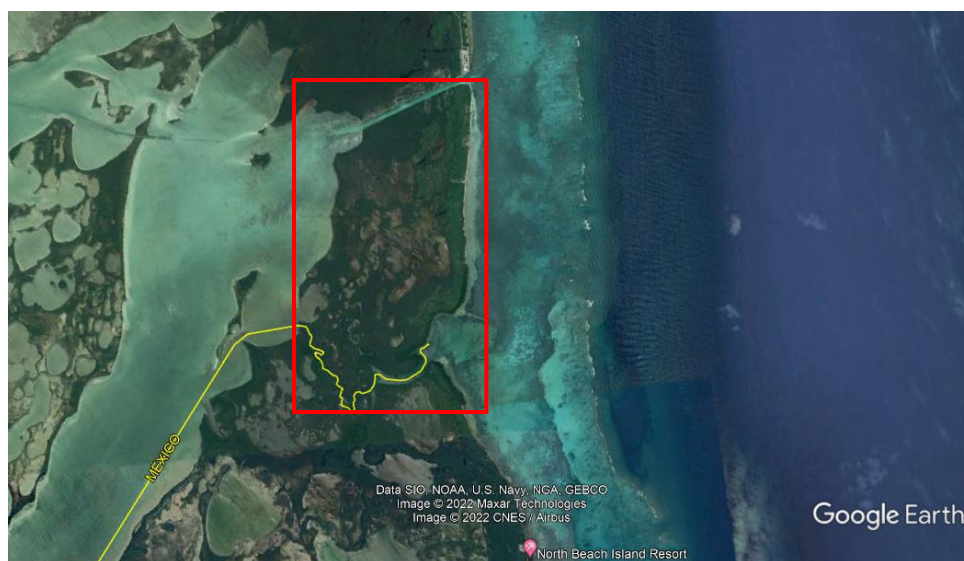
De acuerdo con Flores y Propin (2019, p 90) establecen que “el conflicto, en la Teoría social, se ha abordado de dos formas: desde las teorías que buscan explicar a la sociedad y que lo entienden como un elemento disruptivo al equilibrio, y las propuestas que lo entienden como parte de la estructura de lo social”. Estos conflictos territoriales se gestan en todo el mundo, lo que ha propiciado conflictos sociales como el despojo y abandono de tierras, migración y muchas veces, la muerte. Estos altercados por tierras y muchas veces, espacios de aguas marítimas, están relacionados también con problemas políticos, económicos, religiosos y desarrollo de proyectos (Guzmán, 2015, pp. 113-114).

Los conflictos socioterritoriales son “uno de los ejes de análisis sobre la reconfiguración de los territorios. El enfrentamiento entre racionalidades conlleva transformaciones territoriales” (Flores y Propin, 2019, p. 92). En este sentido, la reconfiguración territorial en Quintana Roo se ha venido gestando desde las cúpulas del poder, principalmente por agentes como el gobierno, empresarios e inversionistas con intereses a su propio beneficio mediante “flujos económicos y, por ende, tensiones con otras territorialidades” (Flores y Propin, 2019, p. 93).

#### *Nace una nueva isla*

Con la apertura del Canal de Zaragoza, una sección de la parte Sur del territorio del Estado de Quintana Roo, México, quedó separada del continente, dando como resultado la creación de una porción territorial en forma de isla que colinda con la frontera del vecino país de Belice. De esta forma, resulta interesante como un proyecto de esta envergadura, viene a modificar la región en su parte territorial. En la Imagen 5, se puede observar que el Canal de Zaragoza y la división política territorial, coincidente con el Canal natural de Bacalar Chico, en la zona de frontera con Belice, formando así una isla separada de manera artificial del continente en el territorio nacional.

Imagen 5. División política territorial de el Canal de Zaragoza



Fuente: Edición propia con imagen tomada de Google Earth el día 30/03/2022



Cabe señalar que al incorporar una Estación Naval Avanzada (ENA) de la Secretaría de Marina-Armada de México (SEMAR) en el lado Norte del Canal de Zaragoza antes de su apertura, ya se impedía el paso vía terrestre hacia el sur y actualmente con el Canal de Zaragoza, por lo que ahora es imposible pasar (ver Imagen 6)

Imagen 6. Canal de Zaragoza fragmentando el territorio.

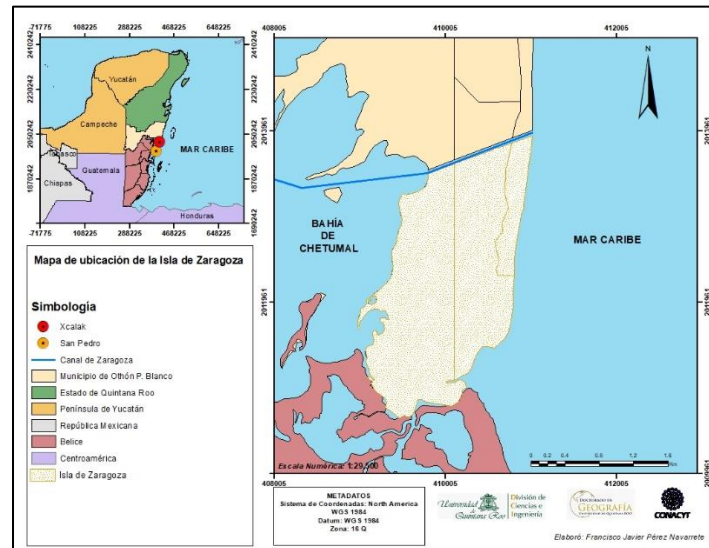


Fuente: Imagen propia tomada en el mes de mayo de 2016

### Resultados del análisis

Con base en lo anterior, debido a los trabajos de apertura del Canal de Zaragoza a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, el territorio nacional del país, y por ende de Quintana Roo, se vio fragmentado en el municipio de Othón P. Blanco, en la región conocida como Costa Maya, en la punta sur extrema colindante en zona de frontera con el país de Belice y el Mar Caribe (Imagen 7), formando una nueva isla denominada “Isla de Zaragoza” con una superficie de 3’963,877.61 m<sup>2</sup>.

Imagen 7. Área fragmentada del territorio nacional, formando la Isla de Zaragoza.



Fuente: Edición propia.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Los impactos socioambientales que se presentan en el área de influencia del proyecto, en la actualidad son visibles a simple vista, basta con realizar un recorrido por el Canal de Zaragoza y constatar la modificación del contorno del litoral por pérdida de arena y vegetación en los bordes del canal, presencia de especies coralinas dentro de la Bahía de Chetumal, así como peces de coral y cambios en la salinidad; aunado a lo anterior, la partición del territorio ha

propiciado la creación de una isla fronteriza.

Esta isla, por su situación geográfica en una zona fronteriza, adquiere un inigualable valor como punto estratégico geopolítico en temas de soberanía nacional y patrimonio natural (por sus recursos naturales y biodiversidad), así como de belleza escénica, ecosistemas ricos en especies, pero también, de los más frágiles (Aguirre, 2010, p. 158).

### Conclusiones

Hasta el momento, no existe un decreto o postura oficial respecto a la creación de una nueva isla. Es importante recalcar que en la actualidad esta isla se encuentra totalmente deshabitada y se carece de información sobre su estado de conservación, lo que representa un nicho de oportunidades para la realización de estudios acerca de las modificaciones y cambios en factores físicos-naturales, urbanos, socioeconómicos, culturales, históricos y globales que tendrá esta "Isla de Zaragoza" a lo largo del tiempo.

### Recomendaciones

Como parte de los resultados obtenidos en este trabajo, se pretende realizar la mención e inscripción ante la Secretaría de Gobernación, a fin de que sea parte del conteo de islas existentes en el país. Por otro lado, sería recomendable que, en toda esta isla no se proyecte el desarrollo de proyectos de tipo turístico, ya que la presencia de los humanos vendría a modificar las condiciones físico-naturales de la misma; sin embargo, la creación de unidades o sitios de investigación sobre temas fronterizos, áreas naturales protegidas, ambientes costeros, flora y fauna acuática y terrestre y seguridad nacional, sería primordial por el tipo de información que se generaría, ya que al estar aislada de las comunidades tanto de México como de Belice, propiciaría una investigación a detalle sin distractores para los investigadores.

### Referencias

- Aguirre, A. (2010). Restauración de islas mexicanas. Patrimonio natural de México, Cien casos de éxito (Carabias, J., J. Sarukhán, J. de la Maza y C. Galindo, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México, 158-159.
- Arriaga Rodríguez J. C. (2020). Dinámicas transfronterizas en la región de frontera México-Belice: tipos, características y localización geográfica. Pp. 251-290. En: Dinámicas y conflicto en una región transfronteriza: México, Guatemala y Belice. Coord. Mónica Toussaint, Marisol Garzón. Centro de investigación en ciencias de información geoespacial A.C. Serie: Colección Región Transfronteriza México-Guatemala (RTMG). 301 p.
- Boadas, A. R. (2011). Islas e insularidad geográfica. Tierra. *Nueva Etapa, XXVII* (41),147-154. [fecha de Consulta 31 de Marzo de 2022]. ISSN: 1012-7089. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72119117007>.
- Capron, G. y Esquivel Hernández, M. T. (2016). El enclave urbano, lógica socioespacial de la periferia urbanizada y sus efectos sobre la segregación residencial y la fragmentación urbana. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 25(2): 125-149. doi: 10.15446/rcdg.v25n2.54720.
- Castro Navarro, J.; Sahagún-Sánchez, F. J. y Reyes-Hernández, H. (2017). Dinámica de fragmentación en la Sierra Madre Oriental y su impacto sobre la distribución potencial de la avifauna. Madera y bosques, 23(2), 99-117.
- Chiappy, C. y Gama, L. (2004). Modificaciones y Fragmentación de los Geocomplejos Tropicales de la Península de Yucatán. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, México. Universidad y Ciencia, Núm. Esp. (I),17-25. [fecha de Consulta 8 de diciembre de 2021]. ISSN: 0186-2979. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15409903>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Constitución publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Texto Vigente. Última reforma publicada DOF 28-05-2021.
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, celebrada en Montego Bay, Jamaica, el 10 de diciembre de 1982.
- Flores Luis, S. G. y Propin Frejomil, E. (2019). Conflictividad socio-territorial en Quintana Roo, México: entre el turismo y la conservación de la naturaleza. *Papeles de Geografía*, (65), 89-105.
- García Medina, C. (2012). Globalización y fragmentación territorial. El caso de la región del istmo oaxaqueño. *Universitas: Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, (17), 89-99.
- Garcés Carrillo, J. D. C. y Batorila, M. Á. (2021). Incidencias monocéntrica y policéntrica del urbanismo residencial en la fragmentación de Tampico, México (1960-2015). *Economía, sociedad y territorio*, 21(66), 441-472. DOI: <http://dx.doi.org/10.22136/est20211640>.
- Gómez Maturano, R. (2012). La fragmentación urbana producto de las políticas de vivienda neoliberales. Pp. 103-122. En: Fragmentación y segregación socioterritorial en México y Chile. Alvarado Rosas, C. (Coord.) México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos: Juan Pablos Editor, 2012. 315 p.
- Guzmán López, F. (2015). El despojo territorial por megaproyectos de minería y agricultura por contrato en Zacatecas, México. *Revista de Geografía Agrícola*, (55), 111-130. [fecha de Consulta 8 de diciembre de 2020]. ISSN: 0186-4394. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=757/75749286008>
- Ley General de Bienes Nacionales. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2004. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Texto Vigente. Última reforma publicada DOF 19-01-2018.
- Ley Federal del Mar. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1986. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Texto Vigente. Fe de erratas DOF 09-01-1986.
- Morales Ramírez, L. I. (2017). Fragmentación del Paisaje en el Municipio de Tenancingo, Estado de México. Tesis de licenciatura en ciencias ambientales. Universidad autónoma del estado de México. Facultad de Planeación urbana y regional. 122 p.



Pérez Navarrete, F. J. (2020). Reorganización del espacio geográfico marítimo-terrestre del proyecto de ampliación y dragado del Canal de Zaragoza. Quintana Roo, México. Presentación de Avances de Tesis del Doctorado en Geografía. Quinto Coloquio de Doctorandos Ciclo Otoño 2020. Universidad de Quintana Roo.

Pradilla Cobos, E. (1997). Regiones o territorios, totalidad y fragmentos: Reflexiones críticas sobre el estado de la teoría regional y urbana. Santiago de Chile. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 22(68), 45-65.

Prévôt Schapira, M. F. (2001). Fragmentación espacial y social: conceptos y realidades. *Perfiles latinoamericanos: revista de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede México*, 9(19), 33-56.

Tron Piñero, F. E. (2010). Las implicaciones de la fragmentación urbana en el urbanismo moderno. Doctorando de la Universidad Politécnica de Madrid, México D.F., México. P. 28.

Williams Linera, G., Manson, R. H., y Isunza Vera, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y bosques*, 8(1), 73-89.

### Notas Biográficas

El **M. en P. Francisco Javier Pérez-Navarrete**, es estudiante del Doctorado en Geografía de la Universidad Autónoma de Quintana Roo (UQROO); cursó la licenciatura en Ingeniería Ambiental por la UQROO y la Licenciatura en Ingeniería Forestal en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM) en el estado de Quintana Roo. Ha sido profesor por asignatura en la Carrera de Ingeniería Ambiental en la UQROO y ha participado en diversos eventos académicos y científicos de nivel nacional e internacional. En la administración pública fue responsable de la oficina de Residuos Sólidos, Director de Calidad del Aire y Monitoreo Ambiental y Director de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo. Es capacitador externo avalado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STyPS); por el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED) y por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), en temas relacionados a protección civil, riesgo ambiental, energía y medio ambiente, entre otros.

El **Dr. Juan Carlos Arriaga-Rodríguez**. Tiene estudios de doctorado en Historia Moderna y Contemporánea con especialidad en Geografía Histórica. Profesor investigador de tiempo completo adscrito al Departamento de Ciencias Políticas de la Universidad Autónoma de Quintana Roo. Profesor en la licenciatura en Gestión Pública, en la Maestría en Ciencias Sociales y en el Doctorado en Geografía. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel I. Ha publicado artículos sobre teoría de fronteras, historia urbana de Chetumal y dinámicas fronterizas en la región de frontera de México con Belice. Editor responsable de la revista académica en línea Costa Oriental. Miembro de la Sociedad Panamericana de Geografía e Historia y de la Asociación Latinoamericana de Estudios de las Fronteras.

El **Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez**, es Doctor en Ciencias Sociales, Profesor Investigador de tiempo completo adscrito a la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México; docente de nivel licenciatura, maestría y doctorad; ha sido responsable y corresponsable de proyectos de investigación; es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y cuenta con el reconocimiento Perfil Deseable PRODEP; es Líder del Cuerpo Académico Planeación, Urbanismo y Medio Ambiente y tiene una trayectoria como ponente y conferencista en diversos eventos académico y científicos de nivel nacional e internacional, así como autor de publicaciones en libros y revistas nacionales e internacionales.

El **M. en P. Jesús Roberto Flores-Rodríguez**, es estudiante del Doctorado en Geografía de la Universidad Autónoma de Quintana Roo, cursó la licenciatura en Ecología Marina en la Universidad Autónoma del Estado de Guerrero; trabajó en la Secretaría de Marina donde fue Jefe del Departamento de protección al medio ambiente marino y del Departamento Coordinador de programas contra la contaminación del mar en la Décimo Primera Zona Naval, Jefe de la Estación de investigación Oceanográfica de la Ciudad del Carmen, Campeche y de la Estación de investigación Oceanográfica de Progreso, Yucatán; participó en diversos cruceros oceanográficos y fue coordinador del mantenimiento de estaciones meteorológicas y mareógrafos en la península de Yucatán.